

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-016442

(43)Date of publication of application : 17.01.2003

(51)Int.Cl.

G06T 5/20
G06T 3/40
H04N 1/387
H04N 1/409
H04N 5/262

(21)Application number : 2001-201729

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 03.07.2001

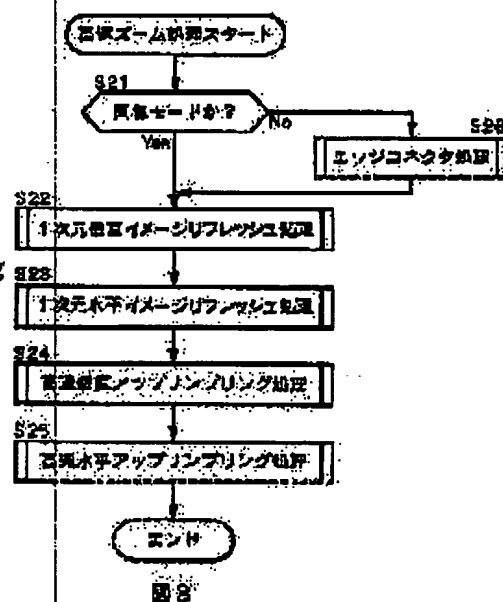
(72)Inventor : XAVIER MICHEL

(54) IMAGE-PROCESSOR AND IMAGE PROCESSING METHOD, RECORDING MEDIUM, AND PROGRAM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make the resolution of image effectively and easily variable through small computation processing.

SOLUTION: At a step S21, it is judged whether or not inputted image data are in image mode, and when it is judged that the data are in the image mode, one-dimensional vertical image refreshing processing is carried out at a step S22. At a step S23, one-dimensional horizontal refreshing processing is performed. At a step S24, fast vertical up-sampling processing is carried out. At a step S25, fast horizontal sampling processing is carried out. Consequently, the image refreshing processing is performed before the up-sampling processing, thus the number of pixels as objects of the one-dimensional vertical image refreshing processing and one-dimensional horizontal image refreshing processing can be suppressed and the computation processing quantity is reducible.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of extinction of right]

Copyright.(C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-16442

(P2003-16442A)

(43) 公開日 平成15年1月17日 (2003.1.17)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	キーワード (参考)
G 0 6 T	5/20	G 0 6 T	5/20
	3/40		3/40
H 0 4 N	1/387	H 0 4 N	1/387
	1/409		5/262
	5/262		1/40
			1 0 1 D
審査請求 未請求 請求項の数18 O L (全 37 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-201729 (P2001-201729)

(22) 出願日 平成13年7月9日 (2001.7.9)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 グザビエ ミッシェル

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(74) 代理人 100082131

弁理士 橋本 義雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置および方法、記録媒体、並びにプログラム

(57) 【要約】

【課題】 少ない計算処理で効果的且つ簡単に画像の解像度を変更できるようにする。

【解決手段】 ステップS21において、入力された画像データが画像モードであるか否かが判定され、画像モードであると判定された場合、ステップS22において、1次元垂直イメージリフレッシュ処理が実行される。ステップS23において、1次元水平イメージリフレッシュ処理が実行される。ステップS24において、高速垂直アップサンプリング処理が実行される。ステップS25において、高速水平アップサンプリング処理が実行される。これにより、アップサンプリング処理の前に、イメージリフレッシュ処理が実行されるので、1次元垂直イメージリフレッシュ処理、および、1次元水平イメージリフレッシュ処理の処理対象となる画素数を抑制することができ、計算処理量を低減させることができる。

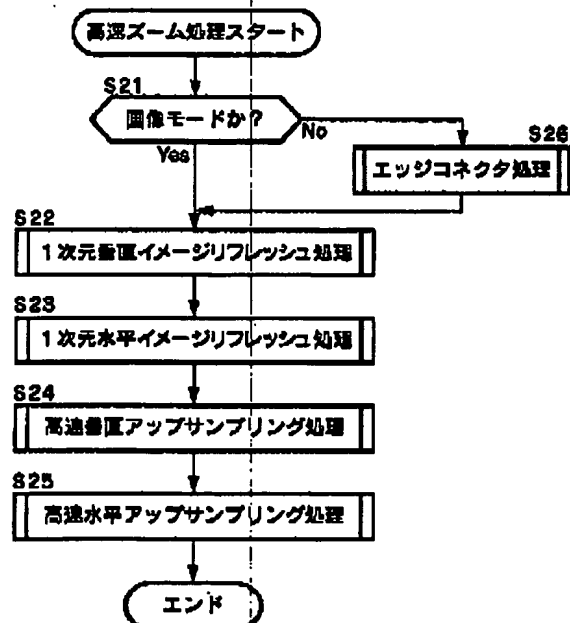


図3

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 空間解像度を垂直方向と水平方向にそれぞれ 2 倍することにより原画像の解像度を変換する画像処理装置において、

前記原画像の中心画素エネルギーを計算するエネルギー計算手段と、

前記エネルギー計算手段により計算された前記中心画素エネルギーに基づいて、エッジを強調するエッジ強調手段と、

前記エネルギー計算手段により計算された前記中心画素エネルギーに基づいて、テクスチャを強調するテクスチャ強調手段と、

前記エッジ強調手段により強調された前記エッジの方向を検出する方向検出手段と、

前記方向検出手段により検出された前記エッジの方向に基づいて、原画像の画素から新たな画素を補間する補間手段とを備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】 前記エネルギー計算手段は、前記原画像の所定の画素の水平方向、および、垂直方向の中心画素エネルギーを、前記画素の近傍に存在する近傍画素の画素値より計算することを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】 前記エネルギー計算手段により使用された前記近傍画素のうち、前記所定の画素を中心として、垂直方向、または、水平方向に配列された前記近傍画素の画素値の、最大値、および、最小値を検出する最大値最小値検出手段と、

前記中心画素エネルギーと、前記最小値、および、前記最小値よりも大きく前記最大値よりも小さい所定の閾値とを比較する第 1 の比較手段とをさらに備え、

前記第 1 の比較手段の第 1 の比較結果により、前記中心画素エネルギーが、前記最小値以上で、かつ、前記閾値未満の場合、前記テクスチャ強調手段は、前記所定の画素をテクスチャ領域に属するものとみなし、フィルタ処理を施すことによりテクスチャを強調することを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】 前記フィルタ処理は、所定のフィルタの係数を、対応する画素に乗算し、その積を加算する 1 次元フィルタ処理であることを特徴とする請求項 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】 前記所定のフィルタの係数は、前記中心画素エネルギーに対応する値であることを特徴とする請求項 4 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】 前記フィルタ処理は、前記原画像の垂直方向と水平方向のそれぞれの方向について行う処理であることを特徴とする請求項 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】 前記エネルギー計算手段により使用された前記近傍画素のうち、前記所定の画素を中心として、垂直方向、または、水平方向に方向に配列された前記近傍画素の画素値の、最大値、および、最小値を検出する最

大値最小値検出手段と、

前記中心画素エネルギーと、前記最小値よりも大きく前記最大値よりも小さい所定の閾値、および、前記最大値とを比較する第 2 の比較手段とをさらに備え、

前記第 2 の比較手段の第 2 の比較結果により、前記中心画素エネルギーが、前記閾値以上で、かつ、前記最大値未満の場合、前記エッジ強調手段は、前記所定の画素をエッジ領域に属するものとみなし、フィルタ処理を施し、さらに、クリッピング処理を施すことによりエッジを強調することを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】 前記フィルタ処理は、所定のフィルタの係数を、対応する画素に乗算し、その積を加算する 1 次元フィルタ処理であることを特徴とする請求項 7 に記載の画像処理装置。

【請求項 9】 前記所定のフィルタの係数は、前記中心画素エネルギーに対応する値であることを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理装置。

【請求項 10】 前記フィルタ処理は、前記原画像の垂直方向と水平方向のそれぞれの方向について行う処理であることを特徴とする請求項 7 に記載の画像処理装置。

【請求項 11】 前記フィルタ処理が施された画素の画素値と、前記最大値、および、前記最小値を比較する第 3 の比較手段を備え、

前記クリッピング処理は、前記第 3 の比較手段の第 3 の比較結果に対応して、前記フィルタ処理が施された画素の画素値が、前記最大値よりも大きい場合、前記フィルタ処理された画素の画素値を最大値に置換する処理であり、前記フィルタ処理された画素の画素値が、前記最小値よりも小さい場合、前記フィルタ処理された画素の画素値を最小値に置換する処理であることを特徴とする請求項 7 に記載の画像処理装置。

【請求項 12】 前記補間手段は、検出された前記エッジの方向の 2 つの画素から新たな 1 つの画素を補間することを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 13】 前記補間手段は、前記エッジの領域に属さない画素に対して、線形補間処理を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 14】 前記補間手段により補間された画素の局所的構造の整合性を判定する整合性判定手段をさらに備え、

前記整合性判定手段により整合性がないと判定されたとき、前記補間手段は、線形補間処理を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 15】 前記補間手段と前記エッジ強調手段の処理は、前記値 2 の値が 2 より大きい場合、前記値 2 の値が 2 であるときの処理を N 回行った後、前記値 2 の値が 2 以下であるときの処理を 1 回行うことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 16】 空間解像度を垂直方向と水平方向にそ

れぞれ2倍することにより原画像の解像度を変換する画像処理装置の画像処理方法において、
前記原画像の中心画素エネルギーを計算するエネルギー計算ステップと、
前記エネルギー計算ステップの処理で計算された前記中心画素エネルギーに基づいて、エッジを強調するエッジ強調ステップと、
前記エネルギー計算ステップの処理で計算された前記中心画素エネルギーに基づいて、テクスチャを強調するテクスチャ強調ステップと、
前記エッジ強調ステップの処理で強調された前記エッジの方向を検出する方向検出ステップと、
前記方向検出ステップの処理で検出された前記エッジの方向に基づいて、原画像の画素から新たな画素を補間する補間ステップとを含むことを特徴とする画像処理方法。

【請求項17】 空間解像度を垂直方向と水平方向にそれぞれ2倍することにより原画像の解像度を変換する画像処理装置を制御するプログラムであって、
前記原画像の中心画素エネルギーの計算を制御するエネルギー計算制御ステップと、
前記エネルギー計算制御ステップの処理で計算された前記中心画素エネルギーに基づいて、エッジの強調を制御するエッジ強調制御ステップと、
前記エネルギー計算制御ステップの処理で計算された前記中心画素エネルギーに基づいて、テクスチャの強調を制御するテクスチャ強調制御ステップと、
前記エッジ強調制御ステップの処理で強調された前記エッジの方向の検出を制御する方向検出制御ステップと、
前記方向検出制御ステップの処理で検出された前記エッジの方向に基づいて、原画像の画素から新たな画素の補間を制御する補間制御ステップとを含むことを特徴とするコンピュータが読み取り可能なプログラムが記録されている記録媒体。

【請求項18】 空間解像度を垂直方向と水平方向にそれぞれ2倍することにより原画像の解像度を変換する画像処理装置を制御するコンピュータに、
前記原画像の中心画素エネルギーの計算を制御するエネルギー計算制御ステップと、
前記エネルギー計算制御ステップの処理で計算された前記中心画素エネルギーに基づいて、エッジの強調を制御するエッジ強調制御ステップと、
前記エネルギー計算制御ステップの処理で計算された前記中心画素エネルギーに基づいて、テクスチャの強調を制御するテクスチャ強調制御ステップと、
前記エッジ強調制御ステップの処理で強調された前記エッジの方向の検出を制御する方向検出制御ステップと、
前記方向検出制御ステップの処理で検出された前記エッジの方向に基づいて、原画像の画素から新たな画素の補間を制御する補間制御ステップとを実行させるプログラ

ム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、画像処理装置および方法、並びに記録媒体に関し、特に、静止画および動画像など様々なソースに適用でき、そして人間の視覚系にアピールする方法で鮮明で自然なエッジとテクスチャを再描画し、高画質な高解像度画像を得ることができるようにした画像処理装置および方法、並びに記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】デジタル画像に基づく機器(デジタルカメラやカメラ一体型ビデオレコーダなど)の使用機会が多くなるにつれ、いわゆるデジタルズーム処理の必要性が高まってきた。それに伴い、デジタル画像の解像度を上げるための様々な方法が開発されてきた。従来の主な手法として、以下の3つの手法が存在する。第1の手法は、最近隣画素をそのまま用いた補間方法(0次補間(zero-order-hold interpolation))であり、特にハードウェアの観点からみて簡単な補間法である。第2の手法は、最近隣2画素の平均値を計算し、垂直方向と水平方向に新しい画素を挿入する双線形補間法(bilinear interpolation)であり、隣接画素の補間にはかなり良い手法だと考えられている。第3の手法は、ノイズにも強く、モザイクパターンが出現しない、B-スプライン(B-spline)補間法である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、第1の方法は、特に高倍率で効果が少なく、拡大された画像には、有名な「モザイクパターン」というノイズが出てしまう。そして、エッジが大幅に破壊され、非常に目障りなジャギーが出現してしまう。第2の方法は、画像全体がぼやけてしまうという欠点があり、画像の解像度は改善されない。加えて、高倍率の際にモザイク現象がたくさん出てしまう。第3の方法は、画像はかなりぼやけてしまい、それにもかかわらず相対的に見るとハードウェアは複雑になってしまう。

【0004】本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、少ない計算処理で、効果的かつ簡単に、コンピュータグラフィックスから写真までの範囲に及ぶ様々なタイプの静止画および動画像の解像度を変更することができるようにするものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の画像処理装置は、原画像の中心画素エネルギーを計算するエネルギー計算手段と、エネルギー計算手段により計算された中心画素エネルギーに基づいて、エッジを強調するエッジ強調手段と、エネルギー計算手段により計算された中心画素エネルギーに基づいて、テクスチャを強調するテクスチャ強調手段と、エッジ強調手段により強調されたエッジの方向を

検出する方向検出手段と、方向検出手段により検出されたエッジの方向に基づいて、原画像の画素から新たな画素を補間する補間手段とを備えることを特徴とする。

【0006】前記エネルギー計算手段には、原画像の所定の画素の水平方向、および、垂直方向の中心画素エネルギーを、画素の近傍に存在する近傍画素の画素値より計算させるようにすることができる。

【0007】前記エネルギー計算手段により使用された近傍画素のうち、所定の画素を中心として、垂直方向、または、水平方向に配列された近傍画素の画素値の、最大値、および、最小値を検出する最大値最小値検出手段と、中心画素エネルギーと、最小値、および、最小値よりも大きく最大値よりも小さい所定の閾値とを比較する第1の比較手段とをさらに設けるようにさせることができ、第1の比較手段の第1の比較結果により、中心画素エネルギーが、最小値以上で、かつ、閾値未満の場合、テクスチャ強調手段には、所定の画素をテクスチャ領域に属するものとみなすようにさせ、フィルタ処理を施させることによりテクスチャを強調させるようにすることができる。

【0008】前記フィルタ処理は、所定のフィルタの係数を、対応する画素に算算し、その積を加算する1次元フィルタ処理とするようにさせることができる。

【0009】前記所定のフィルタの係数は、中心画素エネルギーに対応する値とするようにさせることができる。

【0010】前記フィルタ処理は、原画像の垂直方向と水平方向のそれぞれの方向について行う処理とさせることができる。

【0011】前記エネルギー計算手段により使用された近傍画素のうち、所定の画素を中心として、垂直方向、または、水平方向に方向に配列された近傍画素の画素値の、最大値、および、最小値を検出する最大値最小値検出手段と、中心画素エネルギーと、最小値よりも大きく最大値よりも小さい所定の閾値、および、最大値とを比較する第2の比較手段とをさらに設けるようにさせることができ、第2の比較手段の第2の比較結果により、中心画素エネルギーが、閾値以上で、かつ、最大値未満の場合、エッジ強調手段には、所定の画素をエッジ領域に属するものとみなすようにさせ、フィルタ処理を施させ、さらに、クリッピング処理を施させることによりエッジを強調させるようにすることができる。

【0012】前記フィルタ処理は、所定のフィルタの係数を、対応する画素に算算し、その積を加算する1次元フィルタ処理とするようにさせることができる。

【0013】前記所定のフィルタの係数は、中心画素エネルギーに対応する値とするようにさせることができる。

【0014】前記フィルタ処理は、原画像の垂直方向と水平方向のそれぞれの方向について行う処理とするようにさせることができる。

【0015】前記フィルタ処理が施された画素の画素値

と、最大値、および、最小値を比較する第3の比較手段を設けるようにさせることができ、クリッピング処理は、第3の比較手段の第3の比較結果に対応して、フィルタ処理が施された画素の画素値が、最大値よりも大きい場合、フィルタ処理された画素の画素値を最大値に置換する処理とさせることができ、フィルタ処理された画素の画素値が、最小値よりも小さい場合、フィルタ処理された画素の画素値を最小値に置換する処理とさせるようにすることができる。

【0016】前記補間手段には、検出されたエッジの方向の2つの画素から新たな1つの画素を補間させるようにすることができる。

【0017】前記補間手段には、エッジ検出手段によりエッジが検出されないとき、線形補間処理を行わせるようにすることができる。

【0018】前記補間手段により補間された画素の局所的構造の整合性を判定する整合性判定手段をさらに設けるようにさせることができ、整合性判定手段により整合性がないと判定されたとき、補間手段には、線形補間処理を行わせるようにすることができる。

【0019】前記補間手段とエッジ強調手段の処理は、値Zの値が2より大きい場合、値Zの値が2であるときの処理をN回行った後、値Zの値が2以下であるときの処理を1回行うようにさせることができる。

【0020】本発明の画像処理方法は、原画像の中心画素エネルギーを計算するエネルギー計算ステップと、エネルギー計算ステップの処理で計算された中心画素エネルギーに基づいて、エッジを強調するエッジ強調ステップと、エネルギー計算ステップの処理で計算された中心画素エネルギーに基づいて、テクスチャを強調するテクスチャ強調ステップと、エッジ強調ステップの処理で強調されたエッジの方向を検出する方向検出ステップと、方向検出ステップの処理で検出されたエッジの方向に基づいて、原画像の画素から新たな画素を補間する補間ステップとを含むことを特徴とする。

【0021】本発明の記録媒体のプログラムは、原画像の中心画素エネルギーの計算を制御するエネルギー計算制御ステップと、エネルギー計算制御ステップの処理で計算された中心画素エネルギーに基づいて、エッジの強調を制御するエッジ強調制御ステップと、エネルギー計算制御ステップの処理で計算された中心画素エネルギーに基づいて、テクスチャの強調を制御するテクスチャ強調制御ステップと、エッジ強調制御ステップの処理で強調されたエッジの方向の検出を制御する方向検出制御ステップと、方向検出制御ステップの処理で検出されたエッジの方向に基づいて、原画像の画素から新たな画素の補間を制御する補間制御ステップとを含むことを特徴とする。

【0022】本発明のプログラムは、原画像の中心画素エネルギーの計算を制御するエネルギー計算制御ステップと、エネルギー計算制御ステップの処理で計算された中心

画素エネルギーに基づいて、エッジの強調を制御するエッジ強調制御ステップと、エネルギー計算制御ステップの処理で計算された中心画素エネルギーに基づいて、テクスチャの強調を制御するテクスチャ強調制御ステップと、エッジ強調制御ステップの処理で強調されたエッジの方向の検出を制御する方向検出制御ステップと、方向検出制御ステップの処理で検出されたエッジの方向に基づいて、原画像の画素から新たな画素の補間を制御する補間制御ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とする。

【0023】本発明の画像処理装置および方法、並びにプログラムにおいては、原画像の中心画素エネルギーが計算され、計算された中心画素エネルギーに基づいて、エッジが強調され、計算された中心画素エネルギーに基づいて、テクスチャが強調され、強調されたエッジの方向が検出され、検出されたエッジの方向に基づいて、原画像の画素から新たな画素が補間される。

【0024】

【発明の実施の形態】図1は、本発明を適用した画像処理装置の構成例を表している。この画像処理装置10においては、画像入力部1が処理対象とされる画像データを、記録媒体から読み取ったり、ネットワークを介して伝送されてくるものを受信して入力し、画像処理部2に出力している。画像処理部2は、画像入力部1より入力された画像の解像度を変更し（拡大または縮小）、画像出力部3に出力している。画像出力部3は、画像処理部2より供給された画像データを表示部に表示させたり、記録媒体に記録するか、あるいは、伝送媒体を介して、他の装置に伝送する。

【0025】画像処理部2には、エッジコネクタ処理部11が設けられている。このエッジコネクタ処理部11は、画像のエッジを太くする処理を実行する。すなわち、小さいサイズの画像は、低解像度であり、信頼できる情報が少ないため、拡大するのが困難である。エッジが1画素と同じくらい細い（薄い）と、後述する高速垂直アップサンプリング処理部12、垂直アップサンプリング処理部13、高速水平アップサンプリング処理部14、または、水平アップサンプリング処理部15におけるエッジ検出が困難になり、エッジ方向に沿った補間処理を正確に行うことが困難になる。そこで原画像に前処理を行い、エッジを検出し易くする。この画像情報を破壊しない前処理は、例えばコンピュータのアイコンやワードプロセッサのフォントなどの弱接続（loose connection）を持つ画像に対して行われる。

【0026】高速垂直アップサンプリング処理部12と垂直アップサンプリング処理部13は、それぞれ原画像の解像度を垂直方向に2倍する処理を行う。高速垂直アップサンプリング処理部12は、Zの値が1より大きく2より小さい場合の処理を行い、垂直アップサンプリング処理部13は、Zの値が2である場合の処理を行う。

【0027】高速水平アップサンプリング処理部14と水平アップサンプリング処理部15は、それぞれ原画像の解像度を水平方向に2倍する処理を行う。高速水平アップサンプリング処理部14は、Zの値が1より大きく2より小さい場合の処理を行い、水平アップサンプリング処理部15は、Zの値が2である場合の処理を行う。

【0028】線形縮小処理部16は、原画像の解像度を縮小する（ $2 < 1$ 倍する）処理を行う。

【0029】1次元垂直イメージリフレッシュ処理部17と1次元垂直イメージリフレッシュ処理部18は、パツファ17a、18aを適宜利用しながら、それぞれ垂直方向または水平方向に画像データを1次元のフィルタで処理し、エッジとテクスチャを視覚的に違和感なく強調する。すなわち、記録媒体に画像データが記録される場合、記録媒体の物理的な影響により高域成分が抑制されて、画像中のエッジ部分とテクスチャ部分がぼけてしまうといった現象が生じることがあるので、1次元垂直イメージリフレッシュ処理部17と1次元垂直イメージリフレッシュ処理部18は、各画素の中心画素エネルギーを求めて、対応するフィルタ処理を行うと共に、中心画素エネルギーの値からその画素がエッジ、または、テクスチャのいずれに属しているかを判別し、エッジの場合については、さらに、フィルタ処理により生じてしまう歪みを抑制するため、クリッピング処理を施す。

【0030】また、1次元垂直イメージリフレッシュ処理部17と1次元垂直イメージリフレッシュ処理部18で使用するフィルタは、各々2種類のフィルタが用意されており、必要に応じてユーザが任意に設定することができる。この2種類のフィルタのうち一方のフィルタは、周波数領域の特性を綿密に制御できるという特性があり、他方のフィルタは、前者のフィルタと比較すると周波数領域の特性を綿密に制御することができないが、処理量を軽減することができるというものである。これらのフィルタは、構成するフィルタの要素が異なると言う他は同様であり、その処理も同様である。以下の説明においては、前者のフィルタをAタイプ、後者のフィルタをBタイプと称するものとする。

【0031】次に、図2のフローチャートを参照して、画像処理部2のズーム処理について説明する。最初にステップS1において、画像処理部2は、変数zに倍率Zの値を設定する。次にステップS2において、画像処理部2は、変数zの値が2以上であるか否かを判定し、2未満である場合には、ステップS3に進み、変数zの値が1より大きく2より小さい値であるか否かが判定される。変数zの値が1より大きく2より小さい場合にはステップS4に進み、画像処理部2は、高速ズーム処理を行う。この高速ズーム処理の詳細は、図3のフローチャートを参照して後述する。その後、ステップS7において、出力表示処理が実行される。

【0032】ステップS3において変数zの値が1と2

の間の値ではないと判定された場合、ステップS5に進み、その変数 z の値は、0であるか否かが判定される。その変数 z の値が0でない場合には（変数 z の値が1未満である場合には）、ステップS6に進み、標準的な線形縮小処理が実行される。その後、ステップS7において、出力表示処理が実行される。すなわち、生成された画像が、画像出力部3により、表示部に表示される。

【0033】これに対してステップS5において、変数 z の値が0であると判定された場合、ステップS6におけるズーム処理を所定回数実行した結果、拡大処理は既に完了しているため、ステップS7に進み、出力表示処理が実行される。

【0034】ステップS2において、変数 z の値が2以上であると判定された場合、ステップS8に進み、画像処理部2は、ズーム処理を実行する。このズーム処理の詳細は、図37のフローチャートを参照して後述する。

【0035】ステップS8の次にステップS9に進み、画像処理部2は、変数 z の値を2で除算する。その後、処理はステップS2に戻り、それ以降の処理が繰り返し実行される。

【0036】すなわち、変数 z の値が2以上である場合には、ステップS8の処理が変数 z の値が2より小さくなるまで所定回数繰り返し行われる。そして、変数 z の値が2より小さくなった場合には、変数 z の値が1と2の間の値であるとき、ステップS4で高速ズーム処理が行われ、変数 z の値が1未満である場合には、ステップS6で標準的な線形縮小処理が行われる。この標準的な線形縮小処理は、例えば、バイリニアフィルタを用いて実現することができる。

【0037】次に、図3のフローチャートを参照して、ステップS4の高速ズーム処理について説明する。最初にステップS21において、画像処理部2は、ユーザよ*

$$EV-h = |(b+c+d) - (1+m+n)| \cdots (1)$$

【0043】ここで、 b , c , d , l , m , および n は、画素 b , c , d , l , m , および n の画素値である。すなわち、式(1)の垂直方向中心画素エネルギー EV は、未処理画素を中心とした上のラインと下のラインに存在する画素値の和同士の差分の絶対値である。このため、相関のある画素同士が上下にある場合は、その画素値の差分には、大きな差がないので、垂直方向中心画素エネルギーも小さくなり、逆に、相関のない画素同士が上下にある場合、その画素値の差分には大きな差が現れることが多く、結果として垂直方向中心画素エネルギーも大きくなる。

【0044】1次元垂直イメージリフレッシュ処理部17は、未処理画素の垂直方向中心画素エネルギー $EV-h$ を上記の式(1)を演算することにより求める。

【0045】ステップS38において、1次元垂直イメージリフレッシュ処理部17は、未処理画素を含めた上下3個の画素の画素値を比較して最大値と最小値を求め

*り設定されているモードが、画像モードであるか否かを判定する。設定されているモードが画像モードでない場合には（処理対象の画像が、エッジコネクタ処理を必要とするアイコンやフォントなどの弱接続の画像である場合には）、ステップS26に進み、エッジコネクタ処理が行われる。このエッジコネクタ処理の詳細は、図33と図34を参照して後述するが、この処理で、弱接続の画像が強接続の画像に前処理される。

【0038】ステップS21で設定されているモードが画像モードであると判定された場合（処理対象の画像が強接続の画像である場合）、およびステップS28の処理の後、ステップS22に進み、画像処理部2は、1次元垂直イメージリフレッシュ処理を実行する。

【0039】ここで、図4のフローチャートを参照して、1次元垂直イメージリフレッシュ処理部17の1次元垂直イメージリフレッシュ処理について説明する。

【0040】ステップS31において、1次元垂直イメージリフレッシュ処理部17は、画像入力部1より入力された画像データのうち、処理していない画素があるか否かを判定し、処理していない画素があると判定された場合、その処理は、ステップS32に進む。

【0041】ステップS32において、1次元垂直イメージリフレッシュ処理部17は、未処理画素を検索し、検索された未処理画素の垂直方向中心画素エネルギーを算出する。例えば、図5に示すような画像データが入力され、垂直方向の $y+1$, y , $y-1$ の各ラインに、画素 a 乃至 e 、画素 f 乃至 j 、および、画素 k 乃至 o が配置されているものとするとき、画素 h の近傍のAエリア（図中実線で囲まれた範囲）の垂直方向中心画素エネルギー $EV-h$ は、以下の式(1)により求められる。

【0042】

る。すなわち、例えば、図5に示すように、未処理画素が画素 h であった場合、それを含めた上下の画素 c , h , m （図5中の点線で囲まれたBエリア）の各画素値を読み出し、図6に示すように、その内の最大値（ c , h , m ）と最小値（ c , h , m ）を求める。

【0046】ステップS34において、1次元垂直イメージリフレッシュ処理部17は、求められた垂直方向中心画素エネルギー $EV-h$ が、最小値（ c , h , m ）より大きく、かつ、最大値（ c , h , m ）未満であるか否かを判定し、最小値（ c , h , m ）より大きく、かつ、最大値（ c , h , m ）未満であると判定した場合、すなわち、その画素がエッジか、または、テクスチャであると判定した場合、その処理は、ステップS35に進む。

【0047】ステップS35において、1次元垂直イメージリフレッシュ処理部17は、垂直1次元フィルタを構成する係数 α の値を計算する。係数 α は、式(2)に示すような計算により求められる。

【0048】

$$\alpha = \alpha_0 - (EV-h / EV-h-max) \cdots (2)$$

【0049】ここで、 α_0 ($1 < \alpha_0 \leq 2$) は、ユーザにより任意に設定される値であり、EV-h-Maxは、垂直方向中心画素エネルギーEV-hの最大値である。尚、ここで言う垂直中心画素エネルギーの最大値EV-h-maxは、最大値(c, h, m)とは、異なるものであり、算出され得る最大値を示している。

【0050】ステップS38において、1次元垂直イメ

$$hV-filter = c \times (1/2 - \alpha/2) + h \times \alpha + m \times (1/2 - \alpha/2) \cdots (3)$$

【0052】ここで、係数 α は、上述のステップS35の処理で求められた値であり、フィルタによるエッジ、または、テクスチャの強調の程度を調節することができる。すなわち、係数 α は、垂直方向中心画素エネルギーEV-hの値により動的に変化し、垂直方向中心画素エネルギーEV-hが小さいと係数 α は大きくなり、結果として、図6に示す1次元垂直フィルタは、画素hに強く作用することになり、逆に、垂直方向中心画素エネルギーEV-hが大きいと係数 α は小さくなり、結果として、図6に示す垂直フィルタは、画素hに弱く作用することになる。

【0053】ステップS37において、1次元垂直イメージリフレッシュ処理部17は、図6に示すように、現在処理している画素がエッジであるか、または、テクスチャであるかの判別処理を行う。すなわち、垂直中心画素エネルギーEV-hは、テクスチャである場合、その値が最小値(c, h, m)に近い値をとり、エッジである場合、その値が最大値(c, h, m)に近い値をとる。そこで、最大値(c, h, m)と最小値(c, h, m)の中間付近に閾値EV-sを設定し、閾値EV-sより垂直中心画素エネルギーEV-hが大きいとき、エッジであると判別し、逆に、閾値EV-sより垂直中心画素エネルギーEV-hが小さいとき、テクスチャであると判別する。例えば、垂直中心画素エネルギーEV-hが閾値EV-sより大きいとき、1次元垂直イメージリフレッシュ処理部17は、注目する処理中の画素が、エッジであると判別し(エッジの表示領域に存在する画素であると判別し)、その処理は、ステップS38に進む。

【0054】ステップS38において、1次元垂直イメージリフレッシュ処理部17は、図6に示すように、フィルタ処理した画素値hV-filterと最大値(c, h, m)を比較し、フィルタ処理した画素値hV-filterが最大値(c, h, m)以上であるか否かを判定し、最大値(c, h, m)以上であると判定した場合、ステップS39において、1次元垂直イメージリフレッシュ処理部17は、画素値hV-filterを最大値(c, h, m)に置き換える。

【0055】ステップS40において、1次元垂直イメージリフレッシュ処理部17は、最大値(c, h, m)に置き換えられた画素値を画素hの画素値としてバッファ17aに記憶させ、その処理は、ステップS31に戻

*—ジリフレッシュ処理部17は、図5に示すBエリアの画素c, h, mに、図6に示すような1次元垂直フィルタ処理を施す。すなわち、1次元垂直フィルタは、 $(1/2 - \alpha/2, \alpha, 1/2 - \alpha/2)$ ($1 < \alpha \leq 2$) といったものであり、例えば、フィルタが上述のタイプAの場合、以下の式(3)に示すような演算により、フィルタ処理された画素値hV-filterが求められる。

【0051】

り、全ての画素に1次元垂直エッジ強調処理が施されたと判定されるまで同様の処理が繰り返される。

【0056】ステップS34において、垂直方向中心画素エネルギーEVが、最小値(c, h, m)より大きく、かつ、最大値(c, h, m)未満ではないと判定された場合、すなわち、その画素がエッジか、または、テクスチャでないと判定された場合、その処理は、ステップS40に進み、1次元垂直イメージリフレッシュ処理部17は、画素hの画素値を、フィルタ処理することなく、そのままバッファ17aに記憶させ、その処理は、ステップS31に戻り、それ以降の処理が繰り返される。また、ステップS37において、垂直中心画素エネルギーEV-hが閾値EV-sより小さいとき、1次元垂直イメージリフレッシュ処理部17は、注目する処理中の画素が、テクスチャであると判定し、その処理は、ステップS40に進む。すなわち、テクスチャである場合、1次元垂直イメージリフレッシュ処理部17は、フィルタ処理が施された画素値hV-filterを画素hの値としてバッファ17aに記憶させる。

【0057】ステップS38において、フィルタ処理した画素値hV-filterが最大値(c, h, m)以上ではないと判定した場合、ステップS41において、1次元垂直イメージリフレッシュ処理部17は、フィルタ処理した画素値hV-filterと最小値(c, h, m)を比較し、フィルタ処理した画素値hV-filterが最小値(c, h, m)以下であるか否かを判定し、フィルタ処理した画素値hV-filterが最小値(c, h, m)以下であると判定した場合、その処理は、ステップS42に進む。

【0058】ステップS42において、1次元垂直イメージリフレッシュ処理部17は、画素値hV-filterを最小値(c, h, m)に置き換え、ステップS40において、最小値(c, h, m)に置き換えられた画素値を、画素hの画素値としてバッファ17aに記憶する。

【0059】ステップS41において、フィルタ処理した画素値hV-filterが最小値(c, h, m)以下ではないと判定した場合、その処理は、ステップS40に進み、1次元垂直イメージリフレッシュ処理部17は、フィルタ処理された画素値hV-filterを、画素hの画素値としてバッファ17aに記憶させ、その処理は、ステップS31に戻る。

【0060】すなわち、ステップS34の処理で、垂直方向中心画素エネルギーEV-hが、最小値(c, h, m)より大きく、かつ、最大値(c, h, m)未満である場合、図6に示すように、ステップS33の処理で求められた最大値(c, h, m)、および、最小値(c, h, m)が、画素c, h, mの局所的な範囲の最大値と最小値とみなされ、ステップS36の処理でフィルタ処理して求められた画素値が、その最小値と最大値の範囲に含まれたときは、さらに、ステップS37の処理で、エッジであるかテクスチャであるかが判定され、テクスチャとして判定されると、フィルタ処理した画素値を、そのままバッファ17aに記憶させ、エッジとして判定されると、最小値(c, h, m)以下のときは画素値を最小値に、最大値(c, h, m)以上のときは画素値を最大*

hV-filter (TypeB)

$$= c \times (1/4 - \alpha/2) + h \times 1/2 + \alpha + m \times (1/4 - \alpha/2) \dots (4)$$

【0063】尚、係数 α は、Aタイプと同様に、式(2)により設定可能であり、その他の処理も同様であるので、その処理の説明は省略する。

【0064】ここで、図3の処理の説明に戻る。

【0065】ステップS22の処理における、1次元垂直イメージリフレッシュ処理が実行されると、続いてステップS23において、1次元水平イメージリフレッシュ処理が実行される。

【0066】ここで、図8のフローチャートを参照して、1次元水平イメージリフレッシュ処理部18の1次元水平イメージリフレッシュ処理について説明する。

【0067】ステップS51において、1次元水平イメージリフレッシュ処理部18は、1次元垂直イメージリフレッシュ処理部17により1次元垂直イメージリフレ※30

$$EV-h = |(d+i+n) - (b+g+1)| \dots (5)$$

【0070】ここで、b, c, d, l, m, およびnは、画素b, c, d, l, m, およびnの画素値である。すなわち、式(5)の水平方向中心画素エネルギーEHは、未処理画素を中心とした右のラインと左のラインに存在する画素値の和同士の差分の絶対値である。このため、相関のある画素同士が左右にある場合は、その画素値の差分には、大きな差がないので、水平方向中心画素エネルギーも小さくなり、逆に、相関のない画素同士が左右にある場合、その画素値の差分には大きな差が現れることが多く、結果として水平方向中心画素エネルギーも大きくなる。

【0071】1次元水平イメージリフレッシュ処理部18は、未処理画素の水平方向中心画素エネルギーEH-hを上記の式(5)を演算することにより求める。

【0072】ステップS53において、1次元水平イメージリフレッシュ処理部18は、未処理画素を含めた左右3個の画素の画素値を比較して最大値と最小値を求める。すなわち、例えば、図9に示すように、未処理画素が画素hであった場合、それを含めた上下の画素g,

*値にして(クリッピングして)、バッファ17aに記憶させる。ステップS34の処理で、垂直方向中心画素エネルギーEVが、最小値(c, h, m)より大きく、かつ、最大値(c, h, m)未満ではない場合、エッジ、または、テクスチャではないと判定された場合、元の画素値が、フィルタ処理されることもなく、そのままバッファ17aに記憶される。

【0061】尚、1次元垂直フィルタは、上述のように2種類存在し、図6に示すAタイプと、図7で示すようにBタイプが存在する。すなわち、Aタイプでは、式(3)で示したような演算により、フィルタ処理がなされるが、Bタイプでは、以下の式(4)に示すような演算がされる。

【0062】

※ッシュ処理された画像データのうち、処理していない画素があるか否かを判定し、処理していない画素があると判定された場合、その処理は、ステップS52に進む。

20 【0068】ステップS52において、1次元水平イメージリフレッシュ処理部18は、未処理画素を検索し、検索された未処理画素の垂直方向中心画素エネルギーを算出する。例えば、図9に示すような画像データが入力され、垂直方向のy+1, y, y-1の各ラインに、画素a乃至e、画素f乃至j、および、画素k乃至oが配置されているものとするとき、画素hの近傍のAエリア(図中実線で囲まれた範囲)の水平方向中心画素エネルギーEH-hは、以下の式により求められる。

【0069】

h, i (図9中の点線で囲まれたBエリア)の各画素値を読み出し、図10に示すように、その内の最大値(g, h, i)と最小値(g, h, i)を求める。

【0073】ステップS54において、1次元水平イメージリフレッシュ処理部18は、求められた水平方向中心画素エネルギーEHが、最小値(g, h, i)より大きく、かつ、最大値(g, h, i)未満であるか否かを判定し、最小値(g, h, i)より大きく、かつ、最大値(g, h, i)未満であると判定した場合、すなわち、その画素がエッジか、または、テクスチャであると判定した場合、その処理は、ステップS55に進む。

【0074】ステップS55において、1次元水平イメージリフレッシュ処理部18は、水平1次元フィルタを構成する係数 α の値を計算する。係数 α は、上述の式(2)と同様に、式(3)に示すような計算により求められる。

【0075】

$$\alpha = \alpha_0 - (EH-h/EH-h_{\max}) \dots (6)$$

50 【0076】ここで、 α_0 ($1 < \alpha_0 \leq 2$) は、ユーザに

より任意に設定される値であり、EH-h-Maxは、水平方向中心画素エネルギーEH-hの最大値である。尚、ここで言う水平中心画素エネルギーの最大値EH-h-maxは、最大値(g, h, i)とは、異なるものであり、算出され得る最大値を示している。

【0077】ステップS56において、1次元水平イメージリフレッシュ処理部18は、図9に示すBエリアの *

$$hH-filter = g \times (1/2 - \alpha/2) + h \times \alpha + i \times (1/2 - \alpha/2) \dots (7)$$

【0079】ここで、係数 α は、上述のステップS55の処理で求められた値であり、フィルタによるエッジ、または、テクスチャの強調の程度を調節することができる。すなわち、係数 α は、水平方向中心画素エネルギーEH-hの値により動的に変化し、水平方向中心画素エネルギーEH-hが小さいと係数 α は大きくなり、結果として、図10に示す1次元水平フィルタは、画素hに強く作用することになり、逆に、水平方向中心画素エネルギーEH-hが大きいと係数 α は小さくなり、結果として、図10に示す垂直フィルタは、画素hに弱く作用することになる。

【0080】ステップS57において、1次元水平イメージリフレッシュ処理部18は、図10に示すように、現在処理している画素がエッジであるか、または、テクスチャであるかを判定する。すなわち、水平中心画素エネルギーEH-hは、テクスチャである場合、その値が最小値(g, h, i)に近い値をとり、エッジである場合、その値が最大値(g, h, i)に近い値をとる。そこで、最大値(g, h, i)と最小値(g, h, i)の間付近に閾値EH-sを設定し、閾値EH-sより水平中心画素エネルギーEH-hが大きいとき、エッジであると判別し、逆に、閾値EH-sより水平中心画素エネルギーEH-hが小さいとき、テクスチャであると判別する。例えば、水平中心画素エネルギーEH-hが閾値EH-sより大きいとき、1次元水平イメージリフレッシュ処理部18は、注目する処理中の画素が、エッジであると判定し（エッジの表示領域に存在する画素であると判別し）、その処理は、ステップS58に進む。

【0081】ステップS58において、1次元水平イメージリフレッシュ処理部18は、図10に示すように、フィルタ処理した画素値hH-filterと最大値(g, h, i)を比較し、フィルタ処理した画素値hH-filterが最大値(g, h, i)以上であるか否かを判定し、最大値(g, h, i)以上であると判定した場合、ステップS59において、1次元水平イメージリフレッシュ処理部18は、画素値hH-filterを最大値(g, h, i)に置き換える。

【0082】ステップS60において、1次元水平イメージリフレッシュ処理部18は、最大値(g, h, i)に置き換えられた画素値を画素hの画素値としてバッファ18aに記憶させ、その処理は、ステップS51に戻り、全ての画素に1次元垂直エッジ強調処理が施されたらと判定されるまで同様の処理が繰り返される。

* 画素g, h, iに、図10に示すような1次元水平フィルタ処理を施す。すなわち、1次元水平フィルタとしては、 $(1/2 - \alpha/2, \alpha, 1/2 - \alpha/2)$ ($1 < \alpha \leq 2$)といったものであり、例えば、フィルタが上述のタイプAの場合、以下の式(7)に示すような演算により、フィルタ処理された画素値hH-filterが求められる。

【0078】

【0083】ステップS54において、水平方向中心画素エネルギーEHが、最小値(g, h, i)より大きく、かつ、最大値(g, h, i)未満ではないと判定された場合、すなわち、その画素がエッジか、または、テクスチャではないと判定された場合、その処理は、ステップS60に進み、1次元水平イメージリフレッシュ処理部18は、画素hの画素値を、フィルタ処理することなく、そのままバッファ18aに記憶させ、その処理は、ステップS51に戻り、それ以降の処理が繰り返される。また、ステップS57において、水平中心画素エネルギーEH-hが閾値EH-sより小さいとき、1次元水平イメージリフレッシュ処理部18は、注目する処理中の画素が、テクスチャであると判定し、その処理は、ステップS60に進む。すなわち、テクスチャである場合、1次元水平イメージリフレッシュ処理部18は、フィルタ処理が施された画素値hH-filterを画素hの値としてバッファ18aに記憶させる。

【0084】ステップS58において、フィルタ処理した画素値hH-filterが最大値(g, h, i)以上ではないと判定した場合、ステップS61において、1次元水平イメージリフレッシュ処理部18は、フィルタ処理した画素値hH-filterと最小値(g, h, i)を比較し、フィルタ処理した画素値hH-filterが最小値(g, h, i)以下であるか否かを判定し、フィルタ処理した画素値hH-filterが最小値(g, h, i)以下であると判定した場合、その処理は、ステップS62に進む。

【0085】ステップS62において、1次元水平イメージリフレッシュ処理部18は、画素値hH-filterを最小値(g, h, i)に置き換え、ステップS60において、最小値(g, h, i)に置き換えられた画素値を、画素hの画素値としてバッファ18aに記憶する。

【0086】ステップS61において、フィルタ処理した画素値hH-filterが最小値(g, h, i)以下ではないと判定した場合、その処理は、ステップS60に進み、1次元水平イメージリフレッシュ処理部18は、フィルタ処理された画素値hH-filterを、画素hの画素値としてバッファ18aに記憶させ、その処理は、ステップS51に戻る。

【0087】すなわち、ステップS54の処理で、水平方向中心画素エネルギーEHが、最小値(g, h, i)より大きく、かつ、最大値(g, h, i)未満である場合、図10に示すように、ステップS58の処理で求められ

た最大値 (g, h, i)、および、最小値 (g, h, i) が、画素 g, h, i の局所的な範囲の最大値と最小値とみなされ、ステップ S 5 6 の処理でフィルタ処理して求められた画素値が、その最小値と最大値の範囲に含まれたときは、さらに、ステップ S 5 7 の処理で、エッジであるかテクスチャであるかが判定され、テクスチャとして判定されると、フィルタ処理した画素値を、そのままバッファ 18 a に記憶させ、エッジとして判定されると、最小値 (g, h, i) 以下のときは画素値を最小値に、最大値 (g, h, i) 以上のときは画素値を最大値にして (クリッピングして)、バッファ 18 a に記憶させる。ステップ S 5 4 の処理で、垂直方向中心画素エ*

hH-filter (TypeB)

$$= g \times (1/4 - \alpha/2) + h \times 1/2 + \alpha + i \times (1/4 - \alpha/2) \dots (8)$$

【0090】ここで、 α の設定は、Aタイプと同様に、式 (6) により設定可能であり、その他の処理も同様であるので、その処理の説明は省略する。

【0091】ここで、図 3 の処理の説明に戻る。

【0092】ステップ S 2 3 において、1次元水平イメージリフレッシュ処理が実行されると、続いて、ステップ S 2 4 において、高速垂直アップサンプリング処理を実行する。この高速垂直アップサンプリング処理は、例えば、図 1 2 に示されるように、画像入力部 1 より入力された原画像の画素数を垂直方向に拡大する処理を意味する。この高速垂直アップサンプリング処理は、高速垂直アップサンプリング処理部 1 2 により実行される。

【0093】高速垂直アップサンプリング処理の詳細は、図 1 3 のフローチャートに示されている。高速垂直アップサンプリング処理部 1 2 は、最初にステップ S 7 1 において、Hバッファ 3 1 (後述する図 1 5) と 2Y

バッファ 4 1 (後述する図 2 1) を作成する。画像入力部 1 より入力された原画像 (I_image) のサイズが、In_width × In_height である場合、Hバッファ 3 1 のサイズは、In_width × (alpha_Z × In_height) となる。ここで、alpha_Z は、原画像を垂直方向に拡大する倍率を表し、今の場合、高速垂直アップサンプリングであるので、その値は 1 より大きく、2 より小さい値である (ステップ S 3, S 4)。

【0094】2Yバッファ 4 1 は、サイズが In_width × 1 とされる。この 2Yバッファ 4 1 には、補間された画

素が一次的に格納される。

【0095】次に、ステップ S 7 2 において、高速垂直アップサンプリング処理部 1 2 は、ケース 1 乃至ケース 3 に対応する処理を実行する。

【0096】このケース 1 乃至ケース 3 の処理は、Hバッファ 3 1 の Y 行の補間データを生成する処理である。Y 行の補間データが、ケース 1 乃至ケース 3 のいずれの処理により生成されるかは、次のように決定される。

【0097】すなわち、本実施の形態においては、原画像 I_image を垂直方向に 2 倍に拡大した画像としての仮

* ネルギ画が、最小値 (g, h, i) より大きく、かつ、最大値 (g, h, i) 未満ではない場合、エッジ、または、テクスチャではないと判定されたとき、元の画素値が、フィルタ処理されることもなく、そのままバッファ 18 a に記憶される。

【0088】尚、1次元水平フィルタは、上述のように 2 種類存在し、図 1 0 に示す A タイプと、図 1 1 で示すように B タイプが存在する。すなわち、A タイプでは、式 (7) で示したような演算により、フィルタ処理がなされるが、B タイプでは、以下の式 (8) に示すような演算がされる。

【0089】

想垂直 2 倍拡大画像 2Y_image が想定される。Hバッファ 3 1 に格納する画像は、原画像 I_image を垂直方向に alpha_Z 倍した画像であるから、仮想垂直 2 倍拡大画像 2Y_image の行を 2Y_line とし、Hバッファ 3 1 に格納する画像の行を Y とすると、次の比例式が成立する。

$$Y : 2Y_line = \alpha_Z : 2 \dots (9)$$

【0099】この式を整理すると、次式が得られる。

$$2Y_line = Y \times 2 / \alpha_Z \dots (10)$$

【0101】上記 (10) 式より計算された値 2Y_line が整数且つ偶数である場合 (2Y_line = 2n であり、n が整数である場合)、Y 行の補間データは、ケース 1 の処理で生成される。値 2Y_line が整数且つ奇数である場合 (2Y_line = 2n+1 であり、n が整数である場合)、Y 行の補間データは、ケース 2 の処理で生成される。その他の場合、すなわち値 2Y_line が実数である場合、Y 行の補間データは、ケース 3 の処理で生成される。

【0102】ケース 1 の場合、図 1 4 のフローチャートに示す処理が実行される。すなわち、ケース 1 の場合、Hバッファ 3 1 の行 Y の値を、原画像 I_image 中の所定の行の値 (2Y_line/2 = n) と対応させることができる。このため、ステップ S 8 1 において、原画像 I_image の 2Y_line/2 行を Hバッファ 3 1 の Y 行にそのままコピーする処理が実行される。

【0103】図 1 5 は、この場合の処理を模式的に表している。すなわち、ケース 1 の場合、Hバッファ 3 1 の行 Y の値が原画像 I_image の行 n の値と等しいため、原画像の n (=2Y_line/2) 行が Hバッファ 3 1 の Y 行にそのままコピーされる。

【0104】次に、図 1 6 のフローチャートを参照して、ケース 2 の場合の処理について説明する。このケース 2 の場合、(2n+1)/2 の値は整数ではないので、Hバッファ 3 1 の行 Y の値を、原画像 I_image 中の所定の行の値に対応させることができない。しかしながら、仮想垂直 2 倍拡大画像 2Y_image 中の所定の行 (2n+1) とは、対応させることができる。

【0105】そこで、この場合、ステップ S 9 1 におい

て、原画像I_image中の所定の範囲(N画素)の上行up_lineと下行down_lineの画素を抽出する処理が実行される。Nの値は可変とされる。従って、上行up_lineの中心座標は、 $(X+N/2, n)$ となり、下行down_lineの中心座標*

$$E(N) = \sum (I=0, N-1) \text{ABS}(\text{up_line}(I) - \text{down_line}(N-I-1)) \cdots (11)$$

上記(11)式の計算は、up_lineの個々の画素から対角線上に位置するdown_lineの画素を減算し、その絶対値のIが0からN-1までの和を積算することを意味する。

【0108】図17は、局所エネルギーE(N)の計算の例を表している。同図に示されるように、上行up_lineの画素と、下行down_lineの画素のうち、対角線上に位置する上の画素から下の画素の画素値が減算され、その差の絶対値の和が局所エネルギーE(N)とされる。図17の例では、画素Y0,0の値(30)から、画素Y1,4の値(255)が減算される。また画素Y0,1の画素値(150)から、画素Y1,3の画素値(230)が減算される。以下同様に、画素Y0,2の画素値(150)から画素Y1,2の画素値(200)が減算され、画素Y0,3の画素値(200)から画素Y1,1の画素値(200)が減算され、画素Y0,4の画素値(255)から、画素Y1,0の画素値(30)が減算される。そしてそれぞれの差分の絶対

$$H_buffer(X+N/2, Y) = 0.5 \times (\text{up_line}(N/2) + \text{down_line}(N/2)) \cdots (12)$$

【0111】ステップS93において、局所エネルギーE(N)の値が閾値Tより大きいと判定された場合、その領域は、潜在的エッジを含んだ高エネルギー領域と見なされる。このとき、ステップS94において、エッジ方向を★

$$\text{Energy} = \text{ABS}(\text{up_line}(N-x-1) - \text{down_line}(x)) \cdots (13)$$

【0113】上記(13)式で計算されたエネルギーの値のうち、最も小さいものが選択され、その2つの画素が対応する対角線の方向が局所的なエッジの方向と見なされる。

【0114】図18は、この場合の具体的な例を表している。この例においては、画素Y0,0の画素値(30)と、画素Y1,4の画素値(255)との差、画素Y0,1の画素値(150)と、画素Y1,3の画素値(230)との差、画素Y0,2の画素値(150)と、画素Y1,2の画素値(200)との差、画素Y0,3の画素値(200)と、画素Y1,1の画素値(200)との差、および画素Y0,4の画素値(255)と、画素Y1,0の画素値(30)との差が、それぞれ演算される。そしてそれらの値の絶対値のうち、最も小さい値(この例の場合、画素Y0,3と画素Y1,1を結ぶ方向)が局所的なエッジ方向と見なされる。

【0115】図19は、Hバッファ31に保持されている上行up_lineの3画素と下行down_lineの3画素との差から局所的なエッジ方向が推測される例を表している。図19の例においては、Nの値が3とされているが、このNの値としてより大きな値を用いることで、より正確に、かつより多くの方向のエッジの検出が可能となる。

【0116】ステップS94の処理で、エッジ方向が検

*は、 $(X+N/2, n+1)$ となる。

【0106】次にステップS92において、局所エネルギーE(N)が次式より計算される。

【0107】

※対値の和が局所エネルギーとされる。

【0109】ステップS93において、高速垂直アップサンプリング処理部12は、局所エネルギーE(N)が予め設定されている所定の閾値Tより大きいかな否かを判定する。局所エネルギーE(N)が閾値Tと等しいか、それより小さい場合、その領域は、エッジを含まない平坦な低エネルギーの領域と見なされる。この場合、潜在的エッジの方向を計算する必要がない。このため、ステップS99に進み、高速垂直アップサンプリング処理部12は、Hバッファ31中の座標 $(X+N/2, Y)$ の画素データとして、隣接する上行中心画素up_line(N/2)と、隣接する下行中心画素down_line(N/2)の平均値を演算し、Hバッファ31のその座標 $(X+N/2, Y)$ に格納する。すなわち、ステップS99においては、次の式に基づいて、標準的な線形補間処理が行われる。

【0110】

★試験的に計算する処理が実行される。具体的には、以下に示す演算が、 $x=N-1$ から x をデクリメントし、 x が-1より大きいとき行われる。

【0112】

出された場合、さらにステップS95において、その検出されたエッジ方向の画素を用いて、補間処理が行われる(方向補間処理が行われる)。この方向補間処理は、エッジ方向に対応する2つの画素の画素値に基づいて、その間に位置する画素の画素値を補間することを意味する。例えば、図18の例では、画素Y0,3と画素Y1,1の画素値の平均値(200)が、両者の間の画素の画素値とされる。

【0117】これにより、全ての場合において、上行中心画素と下行中心画素の平均値を新たな画素の画素値とする標準的な線形補間処理(ステップS99の処理)に比べ、元の画像の鮮明さとコントラストを保存し、画像のボケを抑制することが可能となる。

【0118】次に、ステップS96に進み、高速垂直アップサンプリング処理部12は、構造コレクタ処理を実行する。この構造コレクタ処理は、座標 $(X+N/2, Y)$ に補間された画素と、その垂直の近傍画素、すなわち座標up_line(N/2)と、座標down_line(N/2)との関係を解析することで、更新された局所構造(ステップS95の方向補間処理で生成された画素とその上下の画素)の整合性をチェックする処理である。

【0119】すなわち、この構造コレクタ処理では、上行の中心画素から更新された画素を減算する処理が行わ

れ、さらに、更新された画素から下行の中心画素を減算する処理が行われる。さらに、以上のようにして得られた2つの減算結果を乗算することで、垂直方向の変化を*

$$V(N/2) = (up_line(N/2) - H_buffer(X+N/2, Y)) \times (H_buffer(X+N/2, Y) - down_line(N/2)) \dots (14)$$

【0121】次に、ステップS97において、高速垂直アップサンプリング処理部12は、ステップS96での演算結果に基づいて、更新された局所構造の整合性があるか否かを判定する。この判定は、上記式(6)で演算された値 $V(N/2)$ が正であるか否かに基づいて行われる。値 $V(N/2)$ が正である場合には、整合性があると見なされ、ステップS98において、ステップS95の方向補間処理で生成された画素がHバッファ31の行Yに格納される。またこの画素値は、ステップS71の処理(図13)で生成された2Yバッファ41(図21)にも格納される。

【0122】これに対して、ステップS97において、値 $V(N/2)$ が負であると判定された場合、整合性はないと見なされる。すなわち、局所方向の識別が誤っており、ステップS95で生成された画素値は、適切でないと判断される。この場合、局所エッジの方向は、識別不可能と見なされ、ステップS99に進み、ステップS93において、局所エネルギー $E(N)$ の値が閾値Tより小さいと判定された場合と同様に、式(4)を用いた標準的な線形補間処理が行われる。すなわち、上行中心画素 $up_line(N/2)$ と、下行中心画素 $down_line(N/2)$ との平均値が、その間のHバッファ81の新しい画素 $(X+N/2, Y)$ の画素値とされる。

【0123】図16のケース2の処理を模式的に表すと、図20に示されるようになる。

【0124】すなわち、ステップS92において、局所エネルギーが計算され、その値が閾値Tより小さい場合(低エネルギーの場合)には、ステップS99において、線形補間処理が実行される。これに対して、局所エネルギーが閾値Tより大きい場合(高エネルギーの場合)には、ステップS94において、エッジ方向計算処理が行われる。そしてステップS95において、ステップS94で得られたエッジ方向に基づいて、方向補間処理が実行される。さらに、ステップS96において、構造コレクタ処理が行われ、整合性がある場合には、ステップS95の方向補間処理で生成された画素値がHバッファ31に格納されるが、整合性がないと判定された場合には、ステップS99において、線形補間処理が実行される。

【0125】図21は、図16のフローチャートで示さ※

$$H_buffer(X, Y) = (2Y_line - 2n) \times 2Y_buffer(X) + (2n+1 - 2Y_line) \times I_image(X, n)$$

【0131】このように、ステップS112乃至S114の処理では、原画像 I_image を垂直方向に2倍に拡大

* 表す値 $V(N/2)$ が計算される。すなわち、ステップS96においては、次の式で示す演算が行われる。

【0120】

※れるケース2の場合の処理を、原画像 I_image 、Hバッファ31、2Yバッファ41、および仮想垂直2倍拡大画像 $2Y_image$ の関係から表している。Hバッファ31のY行が仮想垂直2倍拡大画像 $2Y_image$ の所定の行 $2Y_line$ と所定の関係にある場合には、原画像 I_image のn行と、n+1行に基づいて、方向補間処理が行われ、得られたデータは2Yバッファ41に格納される。そして、2Yバッファ41に格納されたデータがHバッファ31の行Yにコピー(格納)される。

【0126】次に、図22のフローチャートを参照して、ケース3の処理について説明する。このケースは、 $2n < 2Y_line < 2n+1$ 、または、 $2n-1 < 2Y_line < 2n$ の場合、つまり、Hバッファ31中の行Yの値が、仮想垂直2倍拡大画像 $2Y_image$ の行 $2Y_line$ のいずれにも対応せず、かつ、原画像 I_image のどの行とも対応しない場合である。

【0127】この場合、ステップS111において、 $2Y_line$ の値が $2n$ より大きく、且つ $2n+1$ より小さいか否かが判定される。 $2Y_line$ の値が $2n$ より大きく、且つ $2n+1$ より小さい場合、仮想垂直2倍拡大画像 $2Y_image$ の $2n+1$ 行と $2n$ 行から、Hバッファ31のY行が生成される。

【0128】そこで、この場合、ステップS112において、高速垂直アップサンプリング処理部12は、仮想垂直2倍拡大画像 $2Y_image$ の $2n+1$ 行を、隣接する上行 $2n$ 行と、下行 $2n+2$ 行(原画像 I_image におけるn行とn+1行)を用いて、図16のケース2のフローチャートに示すステップS91乃至ステップS99の処理で計算する。ステップS112で計算された結果は、Hバッファ31における次のn+1行の計算に使用するので、ステップS113において、2Yバッファ41に格納される。

【0129】さらに、ステップS114において、ステップS112で計算された $2n+1$ 行(2Yバッファ41に記憶されている値)と、仮想垂直2倍拡大画像 $2Y_image$ の $2n$ 行(原画像 I_image のn行)から、Hバッファ31のY行が次式から演算され、Hバッファ31のY行に記憶される。

【0130】

$$\dots (15)$$

した画像を生成し、その画像と原画像 I_image とから、 a $1pha_Z$ 倍の画像を生成していることになる。

【0132】一方、ステップS111において、2Y_lineが2nより大きく、且つ2n+1より小さいと判定されなかった場合(2Y_lineが2n-1より大きく、2nより小さいと判定された場合)、仮想垂直2倍拡大画像2Y_imageの2n-1行と2n行から、Hバッファ31のY行が生成される。この2n-1行は、Hバッファ31中の前行を求める際に計算され、2Yバッファ41に既に格納されている場合がある。そこでステップS115において、2n-1行が2Yバッファ41に既に格納されているか否かが判定され、格納されている場合には、ステップS118において、2n-1行のデータが2Yバッファ41から取り出される。

【0133】これに対して、ステップS115において、2n-1行のデータが2Yバッファ41にまだ格納されていないと判定された場合、ステップS116に進み、*

$$H\text{-buffer}(X,Y)=$$

$$(2n-2Y_line) \times 2Y\text{-buffer}(X) + (2Y_line - (2n-1)) \times I_image(X,n)$$

【0136】この処理は、X=0からIn_widthより小さい値である期間、Xの値をインクリメントしつつ行われる。

【0137】Hバッファ31の個々の未知の行の各画素を求めるため、 $(-1 < X < In_width - N + 1)$ と、 $(-1 < Y < \alpha_Z \times In_height - 1)$ の条件を満たす座標(X+N/2,Y)で、同様の処理が繰り返し実行される。

【0138】このように、ケース3の処理においては、仮想垂直2倍拡大画像2Y_image中の2n行と2n+1行、または2n-1行と2n行を用いて、重み付け補間が実行される。

【0139】以上の図22のケース3に示す処理を模式的に表すと、図23に示すようになる。仮想垂直2倍拡大画像2Y_imageの2Y_line行の値が2nより大きく、且つ2n+1関係の場合とHバッファ31のY行とが所定の原画像I_imageのn行とn+1行から方向補間処理により2n+1行、または2n-1行のデータが生成され、2Yバッファ41に記憶される。そして、2Yバッファ41に記憶された値と、仮想垂直2倍拡大画像2Y_imageの2n行のデータから、Hバッファ31のY行のデータが重み付け補間される。

【0140】図3のフローチャートに戻って、以上のようにして、ステップS24の高速垂直アップサンプリング処理が行われた後、ステップS25に進み、高速水平アップサンプリング処理が実行される。この高速水平アップサンプリング処理は、高速水平アップサンプリング処理部14により実行される。高速水平アップサンプリング処理は、図24に示されるように、画素を水平方向に補間する処理である。

【0141】図25は、高速水平アップサンプリング処理の詳細を表している。ステップS131で高速水平アップサンプリング処理部14は、Vバッファ51(後述する図27)と2Xバッファ61(後述する図30)を作成する。Vバッファ51は、サイズが、 $(\alpha_Z \times I$

* 仮想垂直2倍拡大画像2Y_imageの2n-1行を、上行2n-2行と下行2n行(原画像I_imageのn-1行とn行)を用い、図16のケース2のフローチャートのステップS91乃至ステップS99の処理により計算する処理が実行される。ステップS116で計算された2n-1行の値は、ステップS117において、Hバッファ31における次のY+1行の計算に使用する可能性があるため、2Yバッファ41に格納される。

【0134】ステップS117、またはステップS118の処理の後、ステップS119に進み、得られた2n-1行と、仮想垂直2倍拡大画像2Y_imageの2n行(原画像I_imageのn行)からHバッファ31のY行が次式に従って補間される。

【0135】

... (16)

n_width) $\times (\alpha_Z \times In_height)$ とされ、2Xバッファ61は、そのサイズが $1 \times (\alpha_Z \times In_height)$ とされる。2Xバッファ61には、仮想水平2倍拡大画像2X_imageのX座標(奇数座標)の1列のデータが格納される。

【0142】ステップS132において、ケース1乃至ケース3に対応する処理が実行される。ケース1乃至ケース3のいずれの処理が実行されるかは、次式を演算することにより判断される。

$$2X_column = X \times 2 / \alpha_Z \dots (17)$$

【0144】上記演算により求められた2X_columnの値が整数であり、且つ偶数である場合(2X_column=2nであり、nが整数である場合)、ケース1とされ、2X_columnが整数且つ奇数である場合(2X_column=2n+1であり、nが整数である場合)、ケース2とされ、2X_columnが実数である場合(その他の場合)、ケース3とされる。

【0145】ケース1の場合、図26のフローチャートに示す処理が実行される。このケースは、仮想水平2倍拡大画像2X_imageにおける2X_column=2n列が、前もって計算されたHバッファ31の2X_column/2=n列と対応する場合である。この場合、高速水平アップサンプリング処理部14は、ステップS141において、Hバッファ31の2X_column/2列をVバッファの列Xにコピーする。

【0146】図27は、このケース1の処理を概念的に表している。仮想水平2倍拡大画像2X_imageにおける2n列が、Vバッファ51のn列と対応する場合、Hバッファ31のn列が、Vバッファ51の列Xにコピーされる。

【0147】図28は、図25のステップS133のケース2のVバッファ51に対する処理のフローチャートを示している。このケースは、Vバッファ51中の列Xの値を、仮想水平2倍拡大画像2X_image中の所定の列

(2n+1)と対応させることができるが、Hバッファ31中の所定の列の値に対応させることはできない場合である。

【0148】この場合、ステップS151において、Hバッファ31中の所定の範囲(N画素)の左列left_column、および右列right_columnが抽出される。左列left_columnの中心座標は、(n, Y+N/2)とされ、右列right_columnの矩形の中心座標は、(n+1, Y+N/2)とされ *

$$E(N) = \sum (I=0, N-1) \text{ABS}(\text{left_column}(I) - \text{right_column}(N-I-1))$$

【0151】次にステップS153において、エネルギーE(N)が予め設定された閾値Tより大きいかが判定される。エネルギーE(N)が閾値Tと等しいか、それより小さい場合、その領域はエッジを含まない平坦な低エネルギー領域と見なされる。この場合、潜在的なエッジの方向を計算する必要がない。このためステップS159に進 *

$$V\text{-buffer}(X+N/2, Y) =$$

$$0.5 \times (\text{left_column}(N/2) + \text{right_column}(N/2)) \dots (19)$$

【0153】ステップS153において、エネルギーE(N)が閾値Tより大きいと判定された場合、その領域は潜在的にエッジを含んでいる高エネルギー領域と見なされる。★

$$\text{Energy} = \text{ABS}(\text{left_column}(N-x-1) - \text{right_column}(x)) \dots (20)$$

【0155】上記演算は、x=N-1からxの値を順次デクリメントし、xが-1より大きい間繰り返される。具体的には、図29に示されるように、左列の画素から対角線上の右列の画素を減算する処理が、右列の上側から実行される。

【0156】計算されたエネルギーのうち、最も小さい値に対応する画素の対角線方向が局所的なエッジ方向と判定される。図29においては、N=3とされているが、このNの値をより大きい値とすることで、より多くの方向の判定が可能となる。

【0157】ステップS154でエッジ方向が判定されると、ステップS155において、ステップS154で判定されたエッジ方向の2つの画素の平均値を演算することで、その間の画素が補間される(方向補間処理が実行される)。これにより、標準的な線形補間による画像☆

$$H(N/2) =$$

$$(\text{left_line}(N/2) - V\text{-buffer}(X+N/2, Y))$$

$$\times (V\text{-buffer}(X+N/2, Y) - \text{right_column}(N/2)) \dots (21)$$

【0160】ステップS157において、ステップS156で演算された値H(N/2)に基づき、補間された局所構造に整合性があるかが判定される。具体的には、値H(N/2)が正であるかが判定される。値H(N/2)が正である場合には、ステップS155の方向補間処理で求められた画素は正しい(整合性がある)ものとされ、ステップS158において、Vバッファ51の列Xに格納される。またこの値は、2Xバッファ61にも格納される。

【0161】ステップS157において、値H(N/2)が負

＊る。

【0149】次にステップS152において、局所エネルギーE(N)が、左列left_columnの個々の画素から、対角線上に位置する右列right_columnの画素を減算し、その絶対値の和を演算することで求められる。すなわち、この処理では次式が演算される。

【0150】

$$\dots (18)$$

※み、標準的な線形補間処理が行われる。すなわち、次式に示すように、隣接する左列の中心画素left_column(N/2)と、隣接する右列の中心画素right_column(N/2)の平均値から、新しい画素(X+N/2, Y)の画素値が演算される(標準的な線形補間処理が行われる)。

【0152】

★そこで、この場合、ステップS154に進み、次式に示すように、隣接する左列の中心画素left_column(N/2)と、隣接する右列の中心画素right_column(N/2)の平均値から、新しい画素(X+N/2, Y)の画素値が演算される(標準的な線形補間処理が行われる)。

【0154】

☆のボケを防止し、元の画像の鮮明さとコントラストを保存することが可能となる。

【0158】次に、ステップS156において、構造コレクタ処理が実行される。すなわちVバッファ51中の座標(X, Y+N/2)に補間された画素と、その垂直方向の近傍画素である座標left_column(N/2)の画素、およびright_column(N/2)の画素との関係を解析することで局所構造の整合性をチェックする処理が行われる。このため、次式に従って、補間された画素を左列の中心の画素から減算し、右列の中心画素を補間された画素から減算することで2つの減算結果を得、さらに2つの減算結果を乗算することで、水平方向の変化を表す値H(N/2)が計算される。

【0159】

であると判定された場合(整合性がない)、すなわち、ステップS155の方向補間処理で生成された画素値は適切でないと判定された場合、ステップS159に進み、ステップS153でエネルギーE(N)が閾値Tより判定された場合と同様に、標準的な線形補間処理が行われる。また、その値は、2Xバッファ61にも格納される。

【0162】図30は、以上のケース2の処理を概念的に示したものである。同図に示されるように、Vバッファ51の列Xが、仮想水平2倍拡大画像2X_image中の所定の列と所定の関係にある場合、Hバッファ31のn列

と、 $n+1$ 列から方向補間処理により生成されたデータが2Xバッファ61に記憶され、それがVバッファ51の列Xにコピーされる。

【0163】次に、図31のフローチャートを参照して、図25のステップS132におけるケース3のVバッファに対する処理について説明する。

【0164】このケースは、 $2n < 2X_column < 2n+1$ 、または、 $2n-1 < 2X_column < 2n$ のケースの場合、つまり、Vバッファ51中の列Xの値が、仮想水平2倍拡大画像2X_imageの列2X_columnのいずれにも対応せず、かつ、Hバッファ31のどの列とも対応しない場合である。

【0165】この場合、ステップS171において、 $2X_column$ の値が $2n$ より大きく、且つ $2n+1$ より小さいか否かが判定される。 $2X_column$ の値が $2n$ より大きく、且つ $2n+1$ より小さい場合、仮想水平2倍拡大画像2X_imageの $2n+1$ 列と $2n$ から、Vバッファ51のX列が生成される。

【0166】そこで、この場合、ステップS172にお*

$$V_buffer(X, Y) =$$

$$(2X_column - 2n) \times 2X_buffer(X) + (2n + 1 - 2X_column) \times I_image(n, Y)$$

... (22)

【0169】一方、ステップS171において、 $2X_column$ が $2n$ より大きく、且つ $2n+1$ より小さいと判定されなかった場合（ $2X_column$ が $2n-1$ より大きく、 $2n$ より小さいと判定された場合）、仮想水平2倍拡大画像2X_imageの $2n-1$ 列と $2n$ 列から、Vバッファ51のX列が生成される。この $2n-1$ 列は、Vバッファ51中の前列を求める際に計算され、2Xバッファ61に既に格納されている場合がある。そこでステップS175において、 $2n-1$ 列が2Xバッファ61に既に格納されているか否かが判定され、格納されている場合には、ステップS178において、 $2n-1$ 列が2Xバッファ61から取り出される。

【0170】これに対して、ステップS175において、 $2n-1$ 列のデータが2Xバッファ61にまだ格納されていないと判定された場合、ステップS176に進み、※

$$V_buffer(X, Y) =$$

$$(2n - 2X_column) \times 2X_buffer(Y) + (2X_column - (2n - 1)) \times I_image(n, Y)$$

... (23)

【0173】この処理は、 $Y=0$ から $In_height \times \alpha$ より小さい値である期間、Yの値をインクリメントしつつ行われる。

【0174】Vバッファ51の個々の未知の列の各画素を求めるため、 $(-1 < Y < \alpha \times In_height - N + 1)$ と、 $(-1 < Y < \alpha \times In_width - 1)$ の条件を満たす座標 $(X, Y + N/2)$ で、同様の処理が繰り返し実行される。

【0175】このように、ケース3の処理においては、仮想水平2倍拡大画像2X_image中の $2n$ 列と $2n+1$ 列、または $2n-1$ 列と $2n$ 列を用いて、重み付け補間が実行される。

【0176】以上の図31のケース3に示す処理を模式的に表すと、図32に示すようになる。Vバッファ51

*いて、高速水平アップサンプリング処理部15は、仮想水平2倍拡大画像2X_imageの $2n+1$ 列を、隣接する上列 $2n$ 列と、下列 $2n+2$ 列（Hバッファ31における n 列と $n+1$ 列）を用いて、図28のケース2のフローチャートに示すステップS151乃至ステップS159の処理で計算する。ステップS172で計算された結果は、Vバッファ51における次の $n+1$ 列の計算に使用する可能性があるため、ステップS173において、2Xバッファ61に格納される。

【0167】さらに、ステップS174において、ステップS172で計算された $2n+1$ 列（2Xバッファ61に記憶されている値）と、仮想水平2倍拡大画像2X_imageの $2n$ 列（Hバッファ31の n 列）から、Vバッファ51のX列が次式から演算され、Vバッファ51の列Xに記憶される。

【0168】

※仮想水平2倍拡大画像2X_imageの $2n-1$ 列を、上列 $2n-2$ 列と下列 $2n$ 列（Hバッファ31の $n-1$ 列と n 列）を用い、図28のケース2のフローチャートのステップS151乃至ステップS159の処理により計算する処理が実行される。ステップS176で計算された $2n-1$ 列の値は、ステップS177において、Vバッファ51における次のX+1列の計算に使用する可能性があるため、2Xバッファ61に格納される。

【0171】ステップS177、またはステップS178の処理の後、ステップS179に進み、得られた $2n-1$ 列と、仮想水平2倍拡大画像2X_imageの $2n$ 列（Hバッファ31の n 列）からVバッファ51のX列が次式に従って補間される。

【0172】

中の列Xの値が、仮想水平2倍拡大画像2X_imageの列と所定の関係にある場合、原画像I_imageの n 列と、 $n+1$ 列から方向補間処理により $2n+1$ 列、または $2n-1$ 列のデータが生成され、2Xバッファ61に記憶される。そして、2Xバッファ61に記憶された値と、仮想水平2倍拡大画像2X_imageの $2n$ 列のデータから、Vバッファ51のX列のデータが重み付け補間される。

【0177】以上のようにして、ステップS21において、設定されているモードが、画像モードであると判定された場合、ステップS22乃至ステップS25の処理が行われるのであるが、ステップS21において、設定されているモードが画像モードではないと判定された場合（コンピュータのアイコンやワードプロセッサのフォ

ントなどの弱接続の画像が処理される場合)、ステップS22乃至ステップS25の処理が行われる前に、ステップS26において、エッジコネクタ処理が実行される。図33と図34は、このエッジコネクタ処理の詳細を表している。このエッジコネクタ処理は、エッジコネクタ処理部11により実行される。

【0178】最初にステップS191において、所定の画素(X, Y)に対応して、2×2個の画素が切り出される。そしてステップS192とステップS193において、それぞれ右対角エネルギーと、左対角エネルギーが計算される。右対角エネルギーは、2×2個の画素のうち、右上の画素から左下の画素を減算することで求められ、左対角エネルギーは、左上画素から右下画素を減算することで求められる。

【0179】例えば、画素(X, Y)を図35(A)における画素(ピクセル)0とした場合、右対角エネルギーは、図35(A)に示されるように、ピクセル1からピクセル2の値を減算することで求められ、左対角エネルギーは、図35(B)に示されるように、ピクセル0からピクセル3の値を減算することにより求められる。

【0180】次に、ステップS194において、左対角線上の画素値は、右対角線上の画素値より小さいか否かが判定される。図35の例の場合、ピクセル0とピクセル3の画素値が、ピクセル1とピクセル2の画素値より小さいか否かが判定される。

【0181】ステップS194において、左対角線上の画素値が右対角線上の画素値より小さいと判定された場合、ステップS195に進み、ステップS193で演算された左対角エネルギーは、予め設定されている所定の閾値より小さいか否かが判定される。左対角エネルギーが閾値より小さい場合、ステップS196に進み、画素(ピクセル)2は、画素(ピクセル)1より小さいか否かが判定される。画素2が画素1より小さい場合には、ステップS197において、画素1を、画素0と画素3の平均値とする処理が実行される。ステップS196において、画素2が画素1より小さくない(等しいか大きいと判定された場合)、ステップS198に進み、画素2を、画素0と画素3の平均値とする処理が実行される。

【0182】図36(A)は、ステップS187の処理の結果、画素1の値が画素0と画素3の平均値とされた場合を表している。

【0183】ステップS195において、左対角エネルギーが閾値と等しいか閾値より大きいと判定された場合、ステップS196乃至ステップS198の処理はスキップされる。

【0184】ステップS194において、左対角線上の画素値が右対角線上の画素値より小さくないと判定された場合(等しいか大きいと判定された場合)、ステップS199に進み、ステップS192で演算された右対角エネルギーが、予め設定されている所定の閾値より小

さいか否かが判定される。右対角エネルギーが閾値より小さい場合には、ステップS200に進み、画素3は、画素0より小さいか否かが判定される。画素3が画素0より小さい場合には、ステップS201において、画素0を、画素1と画素2の平均値とする処理が行われる。ステップS200において、画素3が画素0より小さくない(等しいかより大きい)と判定された場合、ステップS202に進み、画素3を、画素1と画素2の平均値とする処理が実行される。

【0185】図36(B)は、ステップS202における処理により、画素3が、画素1と画素2の平均値とされた場合の例を示している。

【0186】ステップS199において、右対角エネルギーが閾値より小さくないと判定された場合、ステップS200乃至ステップS202の処理はスキップされる。

【0187】アイコンやフォントなどの弱接続を有するエッジを、以上のエッジコネクタ処理により厚くすることで、エッジ構造を強くすることができる。これにより、図35に示されるように、エッジが局所的に、たった2つの対角線上にしか存在しない弱接続が存在する場合に、図16のステップS94におけるエッジ方向計算処理、或いは、図28におけるステップS154のエッジ方向計算処理などにより、エッジ方向を認識する際、極端な誤解を引き起こしてしまい、結果的にエッジの連続性を破壊してしまうようなことが抑制される。

【0188】次に、図2のステップS8のズーム処理について説明する。このズーム処理の詳細は、図37のフローチャートに示されている。図37におけるステップS211乃至ステップS215の処理は、図3の高速ズーム処理におけるステップS21乃至ステップS25の処理と基本的に同様の処理となっている。

【0189】図37のステップS216におけるエッジコネクタ処理、ステップS212における1次元垂直イメージリフレッシュ処理、およびステップS213における1次元水平イメージリフレッシュ処理は、それぞれ、図3のステップS22の1次元垂直イメージリフレッシュ処理、ステップS23の1次元垂直エッジビルダ処理、およびステップS15の1次元水平イメージリフレッシュ処理と同様の処理であるので、その説明は省略する。以下においては、ステップS214における垂直アップサンプリング処理と、ステップS215における水平アップサンプリング処理についてのみ説明する。

【0190】最初に図38のフローチャートを参照して、ステップS214における垂直アップサンプリング処理について説明する。この処理は、垂直アップサンプリング処理部13により実行される。

【0191】最初にステップS231において、Hバッファ31が作成される。そのサイズは、In_width×(2×In_height)とされる。次に、ステップS232において、図39に示されるように、原画像I_imageのY行を

Hバッファ31の行2Yにコピーする処理が行われる。
Hバッファ31の最後の行には、原画像I_imageの最後の行がコピーされる。

【0192】次に、ステップS233において、原画像I_image中の上行up_lineと下行down_lineのN画素を抽出する処理が実行される。上行up_lineの中心座標は、*

$$E(N) = \sum (I=0, N-1) \text{ABS}(\text{up_line}(I) - \text{down_line}(N-I-1)) \cdots (24)$$

【0195】上記(24)式の計算は、up_lineの個々の画素から対角線上に位置するdown_lineの画素を減算し、その絶対値の和を積算することを意味する。

【0196】次に、ステップS235において、高速垂直アップサンプリング処理部13は局所エネルギーE(N)が予め設定されている所定の閾値Tより大きいかなんかを判定する。局所エネルギーE(N)が閾値Tと等しいか、それより小さい場合、その領域は、エッジを含まない平坦な低エネルギーの領域と見なされる。この場合、潜在的エッジ※

$$H_buffer(X+N/2, Y) = 0.5 \times (\text{up_line}(N/2) + \text{down_line}(N/2)) \cdots (25)$$

【0198】ステップS235において、局所エネルギーE(N)の値が閾値Tより大きいと判定された場合、その領域は、潜在的エッジを含んだ高エネルギー領域と見なされる。このとき、ステップS236において、エッジ方向★

$$\text{Energy} = \text{ABS}(\text{up_line}(N-x-1) - \text{down_line}(x)) \cdots (26)$$

【0200】上記(26)式で計算されたエネルギーの値のうち、最も小さいものが選択され、その2つの画素が対応する対角線方向が局所的なエッジ方向と見なされる。

【0201】ステップS236の処理で、エッジ方向が検出された場合、さらにステップS237において、その検出されたエッジ方向の画素を用いて、補間処理が行われる(方向補間処理が行われる)。この方向補間処理は、エッジ方向に対応する2つの画素の画素値に基づいて、その間に位置する画素の画素値を補間することを意味する。

【0202】これにより、全ての場合において、上行中心画素と下行中心画素の平均値を新たな画素の画素値とする標準的な線形補間処理(ステップS241の処理)に比べ、元の画像の鮮明さとコントラストを保存し、画像のボケを抑制することが可能となる。 ☆

$$V(N/2) =$$

$$(\text{up_line}(N/2) - H_buffer(X+N/2, Y)) \times (H_buffer(X+N/2, Y) - \text{down_line}(N/2)) \cdots (27)$$

【0206】次に、ステップS239において、垂直アップサンプリング処理部13は、ステップS238での演算結果に基づいて、更新された局所構造の整合性があるかなんかを判定する。この判定は、上記式(27)で演算された値V(N/2)が正であるかなんかに基づいて行われる。値V(N/2)が正である場合には、整合性があると見なされ、ステップS240において、ステップS237の方向補間処理で生成された画素がHバッファ31の行Yに格納される。

* (X+N/2, n)となり、下行down_lineの中心座標は、(X+N/2, n+1)となる。

【0193】次にステップS234において、局所エネルギーE(N)が次式より計算される。

【0194】

※の方向を計算する必要がない。このため、ステップS241に進み、垂直アップサンプリング処理部13は、Hバッファ31中の座標(X+N/2, Y)の画素データとして、隣接する上行中心画素ab_line(N/2)と、隣接する下行中心画素down_line(N/2)の平均値を演算し、Hバッファ31のその座標(X+N/2, Y)に格納する。すなわち、ステップS241においては、次の式に基づいて、標準的な線形補間処理が行われる。

【0197】

★を試験的に計算する処理が実行される。具体的には、以下に示す演算が、x=N-1から-1より大きくなるまで行われる。

【0199】

☆【0203】次に、ステップS238に進み、垂直アップサンプリング処理部13は、構造コレクタ処理を実行する。この構造コレクタ処理は、座標(X+N/2, Y)に補間された画素と、その垂直の近傍画素、すなわち座標up_line(N/2)と、座標down_line(N/2)との関係を解析することで、更新された局所構造(ステップS237の方向補間処理で生成された画素とその上下の画素)の整合性をチェックする処理である。

【0204】すなわち、この構造コレクタ処理では、上行の中心画素から更新された画素を減算する処理が行われ、さらに、更新された画素から下行の中心画素を減算する処理が行われる。さらに、以上のようにして得られた2つの減算結果を乗算することで、垂直方向の変化を表す値V(N/2)が計算される。すなわち、ステップS238においては、次の式で示す演算が行われる。

【0205】

【0207】これに対して、ステップS239において、値V(N/2)が負であると判定された場合、整合性はないと見なされる。すなわち、局所方向の識別が誤っており、ステップS237で生成された画素値は、適切でないと判断される。この場合、局所エッジの方向は、識別不可能と見なされ、ステップS241に進み、ステップS235において、局所エネルギーE(N)の値が閾値Tより小さいと判定された場合と同様に、式(25)を用いた標準的な線形補間処理が行われる。すなわち、上行中心

画素 $up_line(N/2)$ と、下行中心画素 $down_line(N/2)$ との平均値が、その間のHバッファ31の新しい画素 $(X+N/2, Y)$ の画素値とされる。

【0208】図40は、図37のステップS215における水平アップサンプリング処理の詳細を表している。この処理は、水平アップサンプリング処理部15により実行される。

【0209】最初にステップS261において、Vバッファ51が作成される。そのサイズは、 $2 \times In_width \times 2 \times In_height$ とされる。ステップS262において、Hバッファ31のX列をVバッファ51の2X列にコピーする処理が実行される。Xの値は-1より大きく、 $In \times$

$$E(N) = \sum (I=0, N-1) ABS(left_column(I) - right_column(N-i-1))$$

【0213】次にステップS265において、エネルギー $E(N)$ が予め設定された閾値Tより大きいかが判定される。エネルギー $E(N)$ が閾値Tと等しいか、それより小さい場合、その領域はエッジを含まない平坦な低エネルギー領域と見なされる。この場合、潜在的なエッジの方向を計算する必要がない。このためステップS271に進

$$V-buffer(X+N/2, Y) = 0.5 \times (left_column(N/2) + right_column(N/2))$$

【0215】ステップS265において、エネルギー $E(N)$ が閾値Tより大きいと判定された場合、その領域は潜在的にエッジを含んでいる高エネルギー領域と見なされる。★

$$Energy = ABS(left_column(N-x-1) - right_column(x)) \dots (30)$$

【0217】上記演算は、 $x = N-1$ から x の値を順次デクリメントし、 x が-1より大きい間繰り返される。

【0218】計算されたエネルギーのうち、最も小さい値に対応する画素の対角線方向が局所的なエッジの方向と判定される。

【0219】ステップS266でエッジ方向が判定されると、ステップS267において、ステップS266で判定されたエッジ方向の2つの画素の平均値を演算することで、その間の画素が補間される（方向補間処理が実行される）。これにより、標準的な線形補間による画像のボケを防止し、元の画像の鮮明さとコントラストを保存することが可能となる。★

$$H(N/2) = (left_line(N/2) - V-buffer(X+N/2, Y)) \times (V-buffer(X+N/2, Y) - right_column(N/2)) \dots (31)$$

【0222】ステップS269において、ステップS268で演算された値 $H(N/2)$ に基づき、補間された局所構造に整合性があるかが判定される。具体的には、値 $H(N/2)$ が正であるかが判定される。値 $H(N/2)$ が正である場合には、ステップS267の方向補間処理で求められた画素は正しい（整合性がある）ものとされ、ステップS270において、Vバッファ51の行Xに格納される。

【0223】ステップS269において、値 $H(N/2)$ が負

* $width$ より小さい値とされる。

【0210】ステップS263において、Hバッファ81中の左列 $left_column$ 、および右列 $right_column$ が抽出される。左列 $left_column$ の中心座標は、 $(n, Y+N/2)$ とされ、右列 $right_column$ の矩形の中心座標は、 $(n+1, Y+N/2)$ とされる。

【0211】次にステップS264において、局所エネルギー $E(N)$ が、左列 $left_column$ の個々の画素から、対角線上に位置する右列 $right_column$ の画素を減算し、その絶対値の和を演算することで求められる。すなわち、この処理では次式が演算される。

【0212】

$\dots (28)$

※み、標準的な線形補間処理が行われる。すなわち、次式に示すように、隣接する左列の中心画素 $left_column(N/2)$ と、隣接する右列の中心画素 $right_column(N/2)$ の平均値から、新しい画素 $(X+N/2, Y)$ の画素値が演算される。

【0214】

$\dots (29)$

★そこで、この場合、ステップS266に進み、次式にしたがってエッジ方向計算処理が実行される。

【0216】

☆【0220】次に、ステップS268において、構造コネクタ処理が実行される。すなわち、Vバッファ51中の座標 $(X, Y+N/2)$ に補間された画素と、その垂直方向の近傍画素である座標 $left_column(N/2)$ の画素、および $right_column(N/2)$ の画素との関係を解析することで、局所構造の整合性をチェックする処理が行われる。このため、次式に従って、補間された画素を左列の中心の画素から減算し、右列の中心画素を補間された画素から減算することで2つの減算結果を得、さらに2つの減算結果を乗算することで、水平方向の変化を表す値 $H(N/2)$ が計算される。

【0221】

である場合（整合性がない、すなわち、ステップS267の方向補間処理で生成された画素値は適切でない）と判定された場合）、ステップS271に進み、ステップS265でエネルギー $E(N)$ が閾値Tより判定された場合と同様に、標準的な線形補間処理が行われる。

【0224】図41は、以上の図40における水平アップサンプリング処理の概念を表している。同図に示されるように、Hバッファ31のX列のデータが、Vバッファ51の2X列にコピーされる。そして、その間の列のデ

ータが補間される。

【0225】以上のようにして、画像の解像度を任意の倍率で変更することができる。この場合、例えば、画像を6倍に拡大するとき、ズーム処理を2回繰り返し、4倍の画像を得た後、3/2倍の高速ズーム処理を行うこともできるし、ズーム処理を3回繰り返し、8倍の画像を得た後、3/4倍の線形縮小処理を行うこともできる。

【0226】また、図4、図8のフローチャートで説明したように、1次元垂直イメージリフレッシュ処理、および、1次元水平イメージリフレッシュ処理は、エッジとテクスチャを識別し、エッジに対しては、フィルタ処理とクリッピング処理を施し、テクスチャに対しては、フィルタ処理のみを施すと言ったように処理内容を分けて、それぞれに対応した適切な処理を施すことが可能となる。

【0227】さらに、上述のように、図8、または、図97で示すように、高速ズーム処理、または、ズーム処理において、垂直アップサンプリング処理、および、水平アップサンプリング処理を行う前に、1次元垂直イメージリフレッシュ処理、および、1次元水平イメージリフレッシュ処理を実行することにより、1次元垂直イメージリフレッシュ処理、および、1次元水平イメージリフレッシュ処理は、画素数が拡大される前の原画像の画素数での処理を実行するだけで済むため、図6、図7、図10、図11で示す1次元垂直フィルタ、および、1次元水平フィルタのフィルタタップ数を、拡大処理後の画素数に対応させる必要がなく、その分計算処理量を低減させることができ、処理の高速化を実現することが可能となる。

【0228】また、1次元垂直フィルタ、および、1次元水平フィルタの係数 α が、垂直中心画素エネルギーEV、および、水平中心画素エネルギーEHの値の変化に動的に対応するため、エッジ、または、テクスチャへの強調処理の強弱を適切に変化させることが可能となる。

【0229】図42は、図1に示した機能ブロックを有する画像処理装置10のハードウェアの構成例を表している。CPU (Central Processing Unit) 111は、ROM (Read Only Memory) 112に記憶されているプログラム、または記憶部118からRAM (Random Access Memory) 113にロードされたプログラムに従って各種の処理を実行する。RAM 113にはまた、CPU 111が各種の処理を実行する上において必要なデータなども適宜記憶される。

【0230】CPU 111、ROM 112、およびRAM 113は、バス114を介して相互に接続されている。このバス114にはまた、入出力インタフェース115も接続されている。

【0231】入出力インタフェース115には、キーボード、マウスなどよりなる入力部116、CRT、LCDなど

よりなるディスプレイ、並びにスピーカなどよりなる出力部117、ハードディスクなどより構成される記憶部118、モデム、ターミナルアダプタなどより構成される通信部119が接続されている。通信部119は、インターネットなどに代表されるネットワークを介しての通信処理を行う。

【0232】入出力インタフェース115には、また、必要に応じてドライブ120が接続され、磁気ディスク131、光ディスク132、光磁気ディスク133、或いは半導体メモリ134などが適宜装着され、それらから読み出されたコンピュータプログラムが、必要に応じて記憶部118にインストールされる。

【0233】上述した一連の処理は、ハードウェアにより実行させることもできるが、ソフトウェアにより実行させることもできる。一連の処理をソフトウェアにより実行させる場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータ、または、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のパーソナルコンピュータなどに、ネットワークや記録媒体からインストールされる。

【0234】この記録媒体は、図42に示す装置では、コンピュータとは別に、ユーザにプログラムを提供するために配布される、プログラムが記録されている磁気ディスク131 (フレキシブルディスクを含む)、光ディスク132 (CD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory)、DVD (Digital Versatile Disc)を含む)、光磁気ディスク133 (MD (Mini-Disc)を含む)、もしくは半導体メモリ134などよりなるパッケージメディアにより構成されるだけでなく、装置に予め組み込まれた状態でユーザに提供される、プログラムが記録されているROM 112や、記憶部118に含まれるハードディスクなどで構成される。

【0235】なお、本明細書において、記録媒体に記録されるプログラムを記述するステップは、記載された順序に沿って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。

【0236】また、本明細書において、システムとは、複数の装置により構成される装置全体を表すものである。

【0237】

【発明の効果】以上の如く、本発明の画像処理装置および方法、並びにプログラムによれば、原画像の中心画素エネルギーを計算し、計算した中心画素エネルギーに基づいて、エッジを強調し、計算した中心画素エネルギーに基づいて、テクスチャを強調し、強調したエッジの方向を検出し、検出したエッジの方向に基づいて、原画像の画素から新たな画素を補間するようにしたので、少ない計算処理で、効果的且つ簡単に画像の解像度を変更すること

が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した画像処理装置の構成例を示すブロック図である。

【図2】図1の画像処理装置のズーム処理を説明するフローチャートである。

【図3】図2のステップS4における高速ズーム処理を説明するフローチャートである。

【図4】図3のステップS22における1次元垂直イメージリフレッシュ処理を説明するフローチャートである。

【図5】図3のステップS22における1次元垂直イメージリフレッシュ処理を説明する図である。

【図6】図3のステップS22における1次元垂直イメージリフレッシュ処理を説明する図である。

【図7】図3のステップS22における1次元垂直イメージリフレッシュ処理を説明する図である。

【図8】図3のステップS23における1次元水平イメージリフレッシュ処理を説明するフローチャートである。

【図9】図3のステップS23における1次元水平イメージリフレッシュ処理を説明する図である。

【図10】図8のステップS23における1次元水平イメージリフレッシュ処理を説明する図である。

【図11】図3のステップS23における1次元水平イメージリフレッシュ処理を説明する図である。

【図12】高速垂直アップサンプリング処理を説明する図である。

【図13】図3のステップS24における高速垂直アップサンプリング処理の詳細を説明するフローチャートである。

【図14】図13のステップS72におけるケース1の処理を説明するフローチャートである。

【図15】図14のケース1の処理を説明する図である。

【図16】図13のステップS72におけるケース2の処理を説明するフローチャートである。

【図17】図8のステップS92における局所エネルギーの計算を説明する図である。

【図18】図8のステップS94におけるエッジ方向計算処理を説明する図である。

【図19】図8のステップS94におけるエッジ方向計算処理を説明する図である。

【図20】図16のケース2の処理を説明する図である。

【図21】図16のケース2の処理を説明する図である。

【図22】図13のステップS72におけるケース3の処理を説明するフローチャートである。

【図23】図22におけるケース3の処理を説明する図

である。

【図24】図3のステップS24における高速垂直アップサンプリングを説明する図である。

【図25】図3のステップS24における高速垂直アップサンプリング処理の詳細を説明するフローチャートである。

【図26】図25のステップS182におけるケース1の処理を説明するフローチャートである。

【図27】図25のケース1の処理を説明する図である。

【図28】図25のステップS132におけるケース2の処理を説明するフローチャートである。

【図29】図28のケース2の処理を説明する図である。

【図30】図28のケース2の処理を説明する図である。

【図31】図25のステップS132におけるケース3の処理を説明するフローチャートである。

【図32】図31のケース3の処理を説明する図である。

【図33】図3のステップS26におけるエッジコネクタ処理の詳細を説明するフローチャートである。

【図34】図3のステップS26におけるエッジコネクタ処理の詳細を説明するフローチャートである。

【図35】図33のステップS192とステップS193における右対角エネルギーと左対角エネルギーを説明する図である。

【図36】図33のステップS197と図34のステップS202における処理を説明する図である。

【図37】図2のステップS8におけるズーム処理を説明するフローチャートである。

【図38】図37におけるステップS214の垂直アップサンプリング処理の詳細を説明するフローチャートである。

【図39】図38の垂直アップサンプリング処理を説明する図である。

【図40】図37のステップS215における水平アップサンプリング処理を説明するフローチャートである。

【図41】図40の水平アップサンプリング処理を説明する図である。

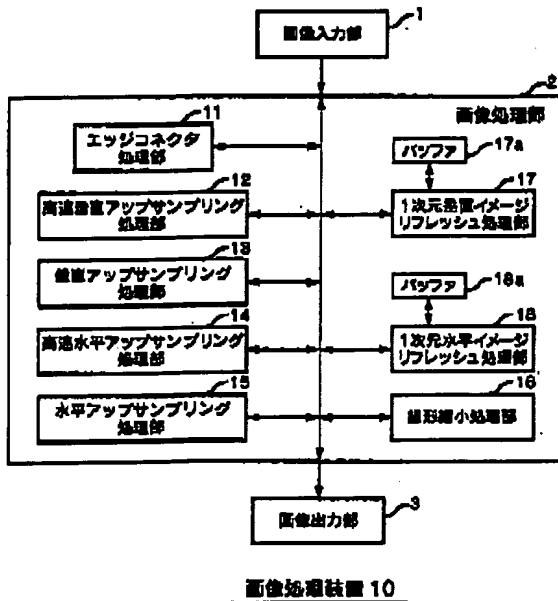
【図42】図1の画像処理装置のハードウェアの構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

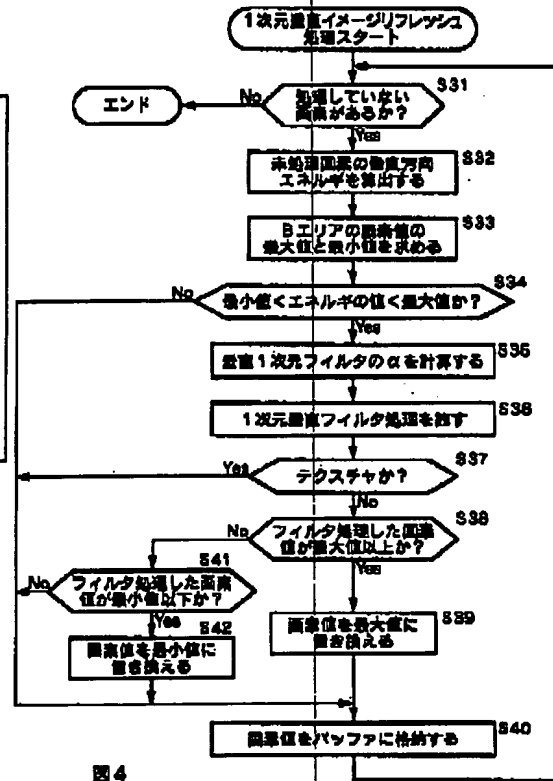
1 画像入力部, 2 画像処理部, 3 画像出力部, 10 画像処理装置, 11 エッジコネクタ処理部, 12 高速垂直アップサンプリング処理部, 13 垂直アップサンプリング処理部, 14 高速水平アップサンプリング処理部, 15 水平アップサンプリング処理部, 16 線形縮小処理部, 17 1次元垂直イメージリフレッシュ処理部, 17a パップ

ア、 1次元水平エッジビルダ処理部、 18a * * バッファ

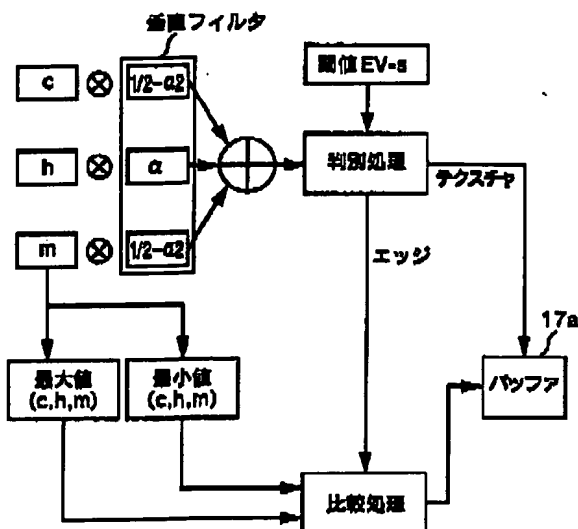
【図1】



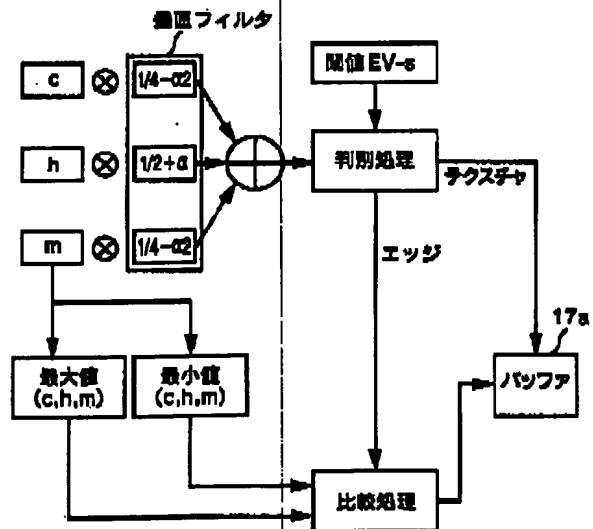
【図4】



【図6】



【図7】



【図2】

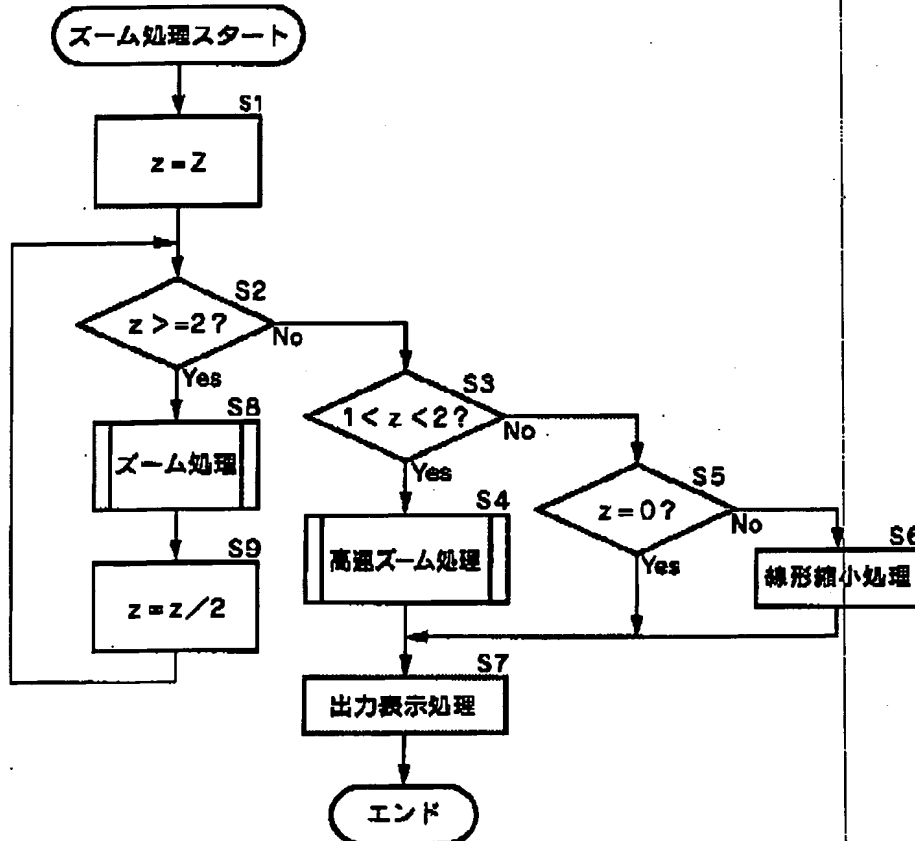


図2

【図12】

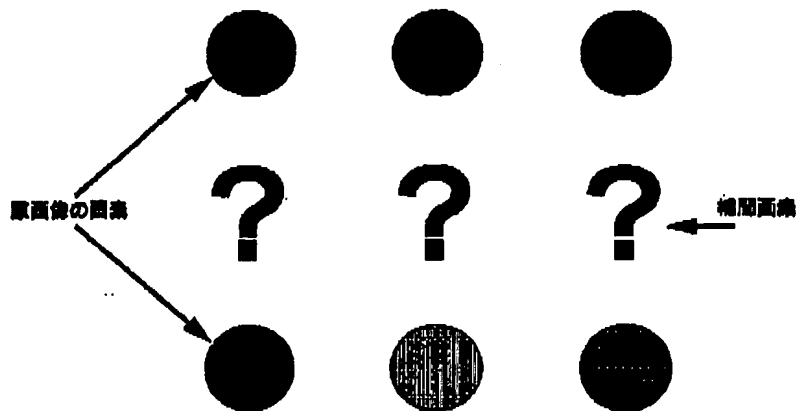


図12

【図13】

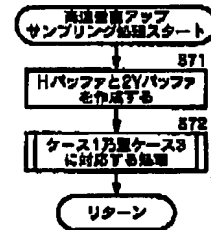


図13

【図25】

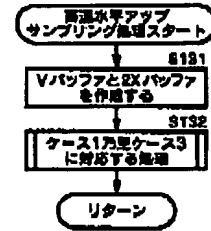


図25

【図14】

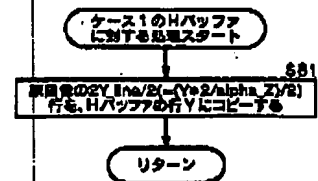


図14

【図26】

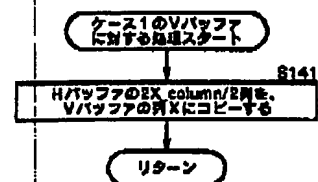


図26

【図9】

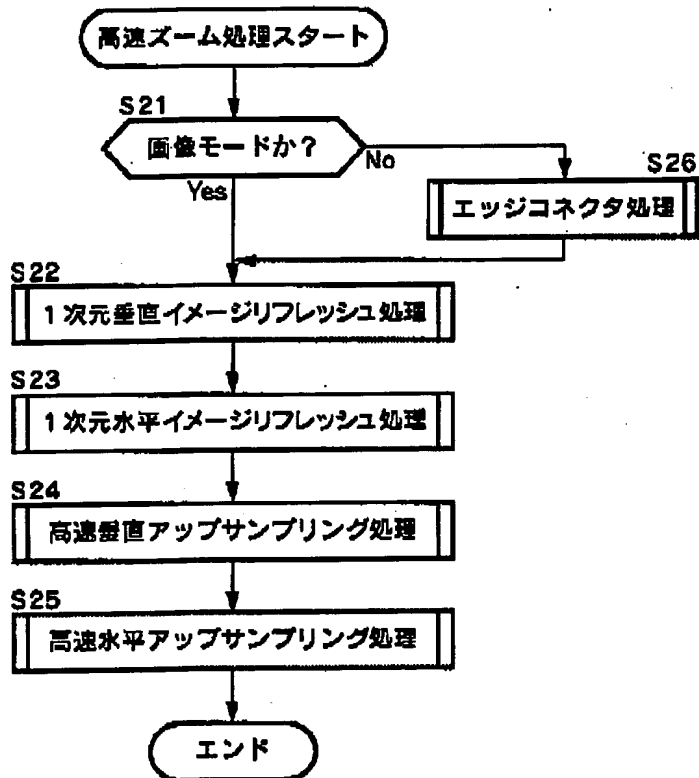


図3

【図10】

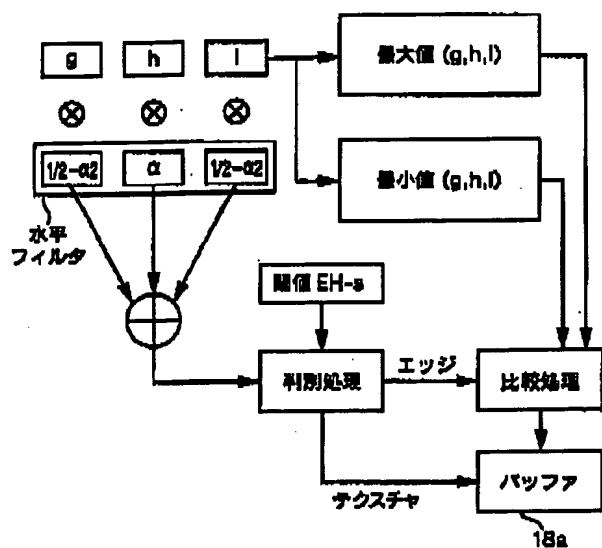


図10

【図15】

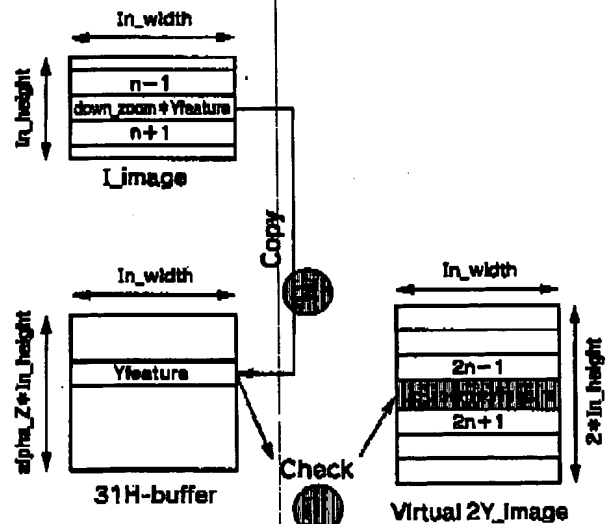


図15

【图5】

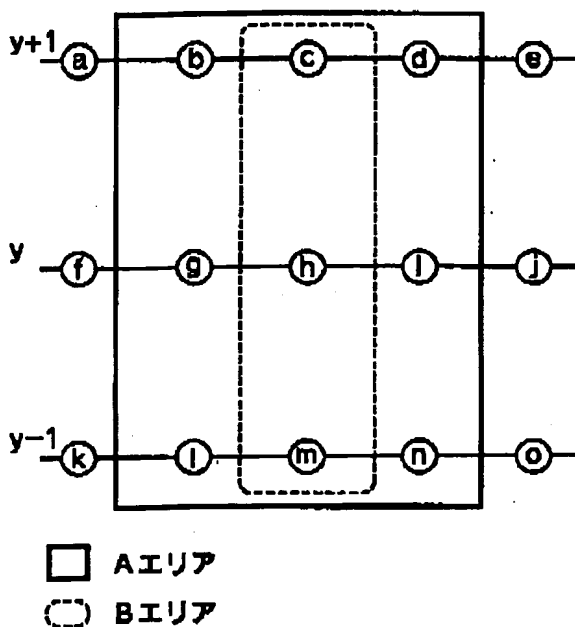
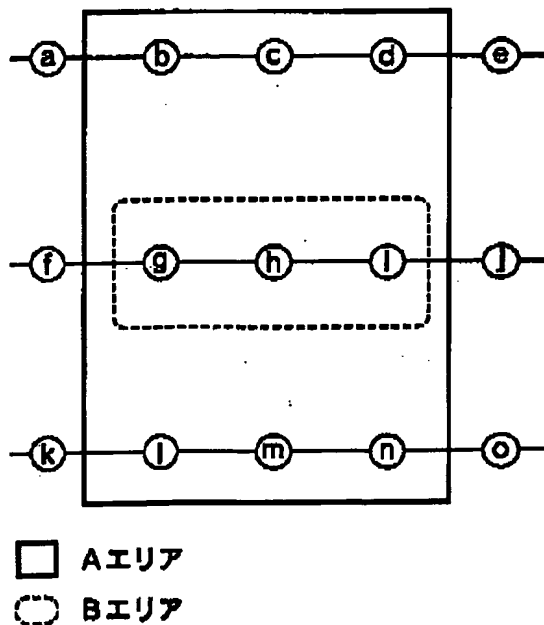


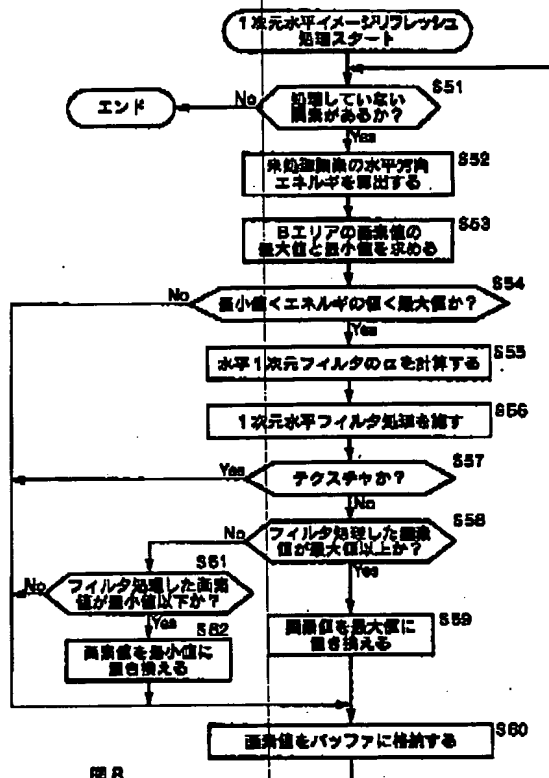
圖 5

【图9】



■ 9

【图 8】



8

【圖 11】

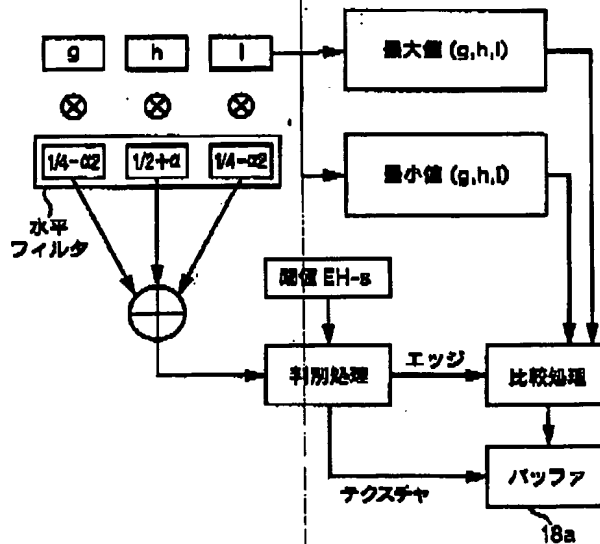
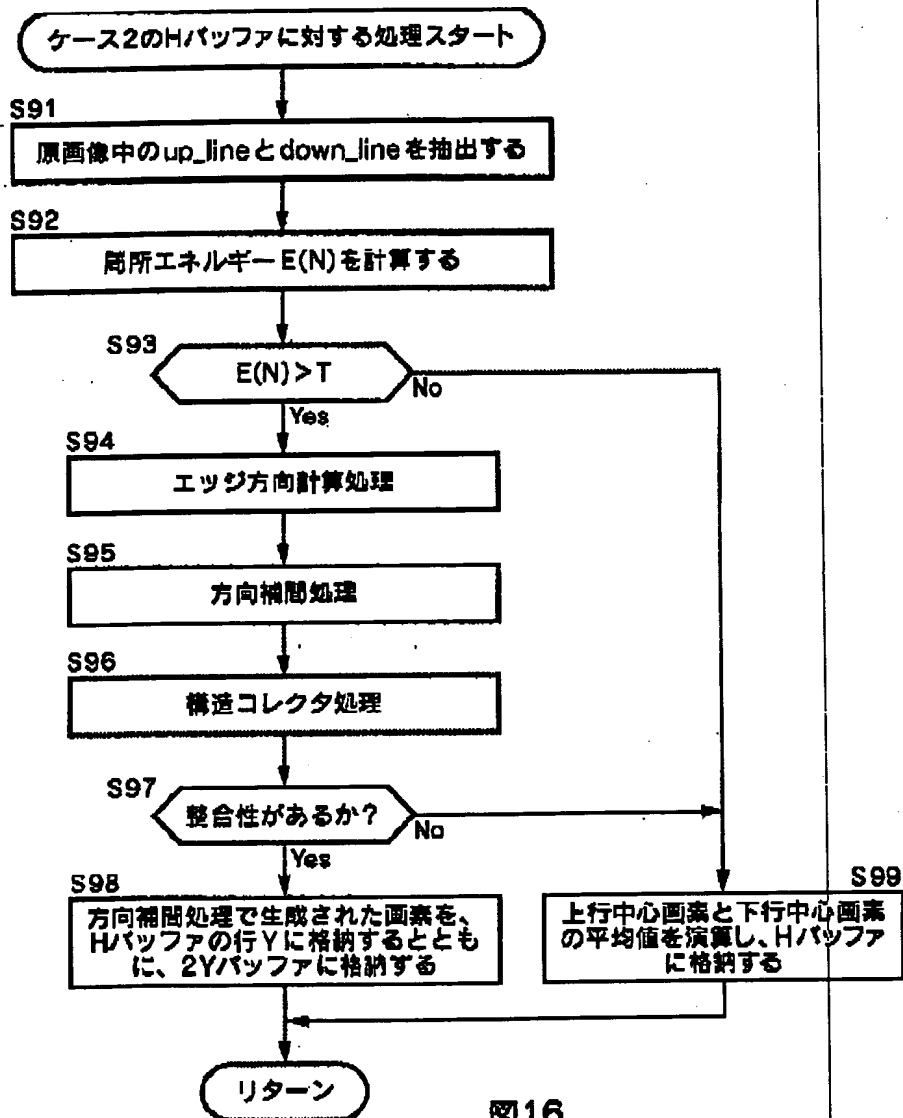
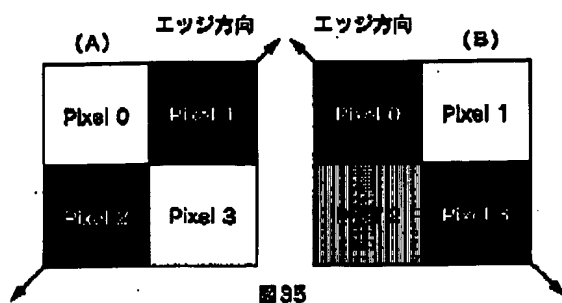


圖 11

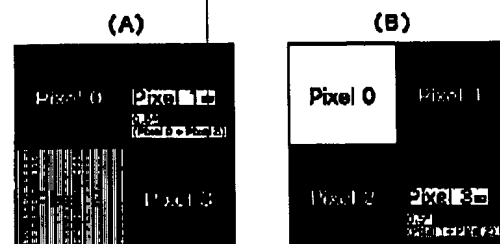
【図16】



【図35】



【図36】



【図 17】

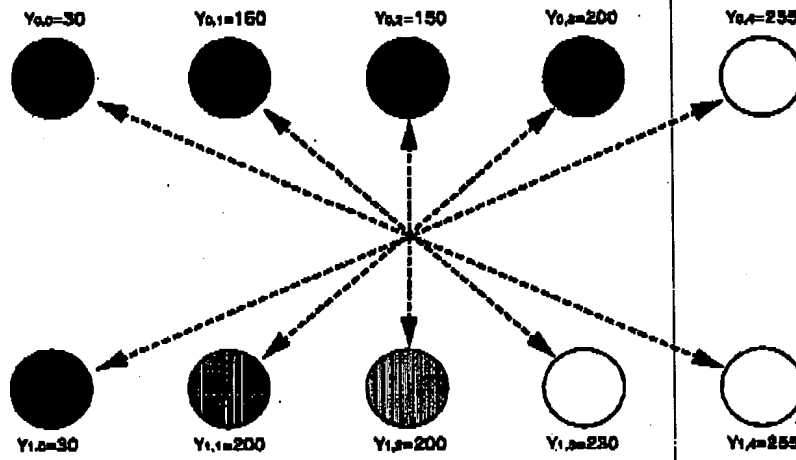
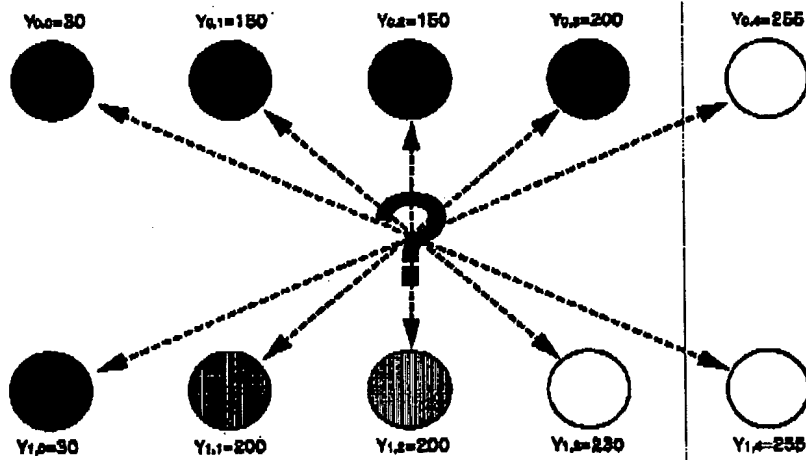


図17

【図 18】



$$\text{Lowest Energy} = \min |Y_{0,i} - Y_{1,i-1-i}|$$

$$i = 0, 4$$

図18

【図19】

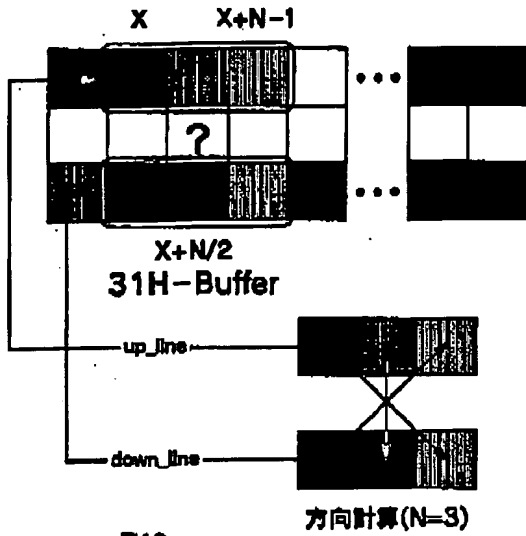


図19

【図20】

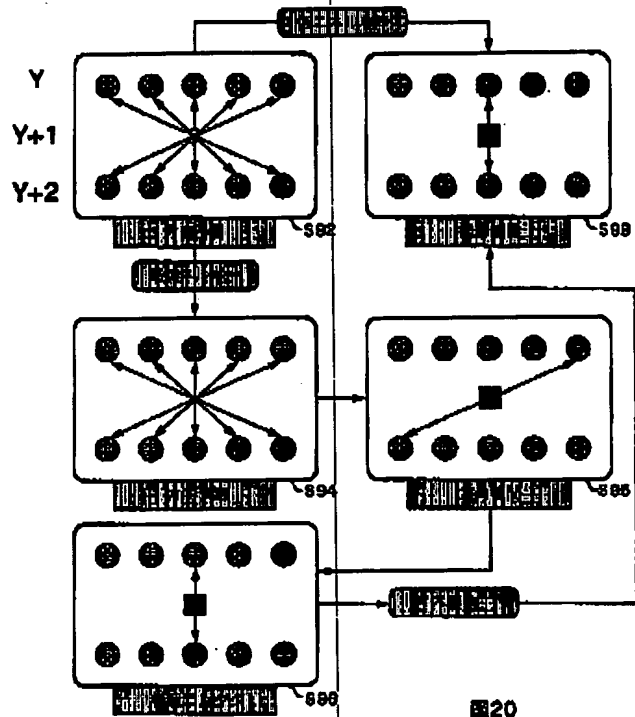


図20

【図21】

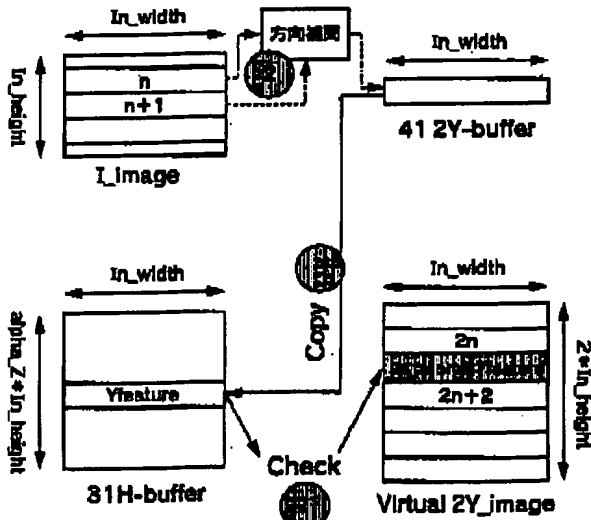


図21

【図23】

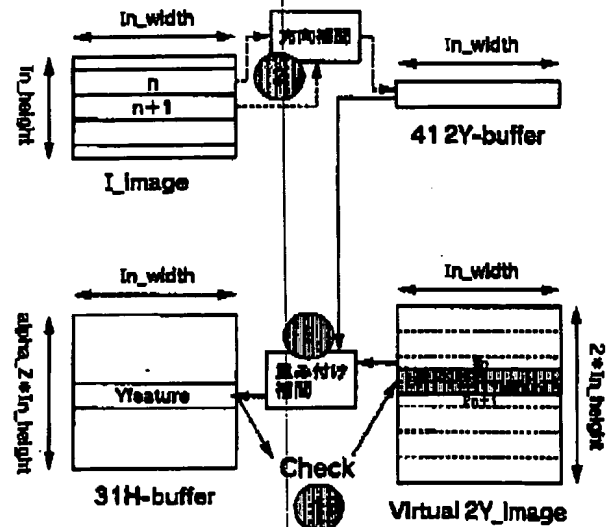


図23

【図22】

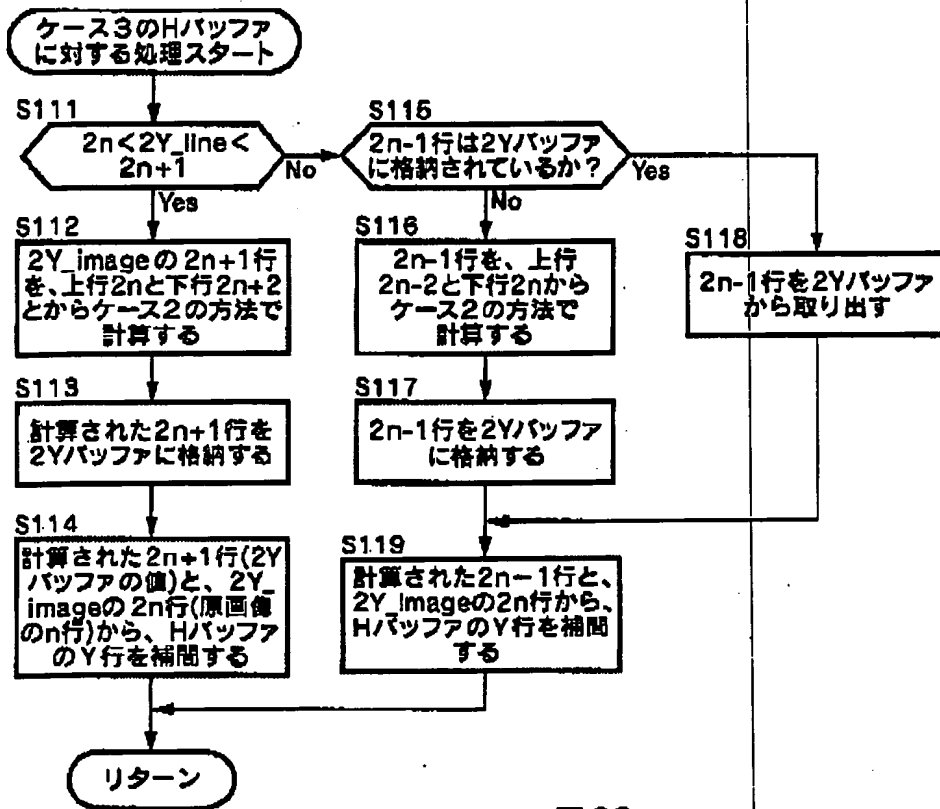


図22

【図24】

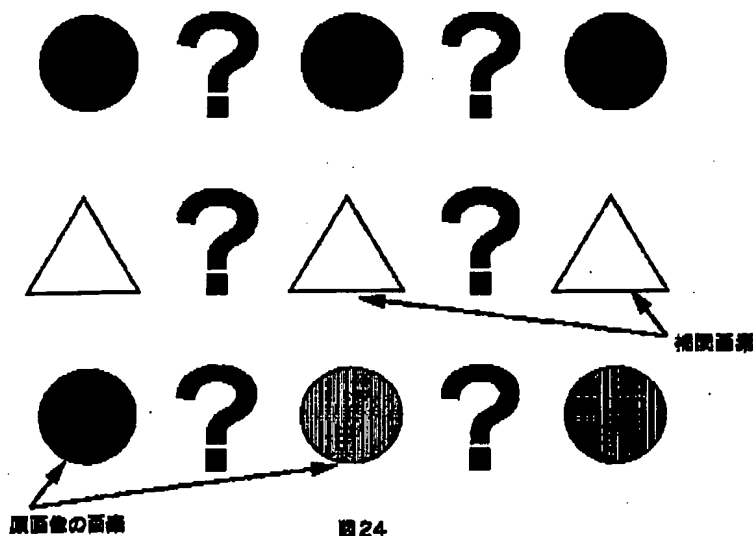


図24

【図 27】

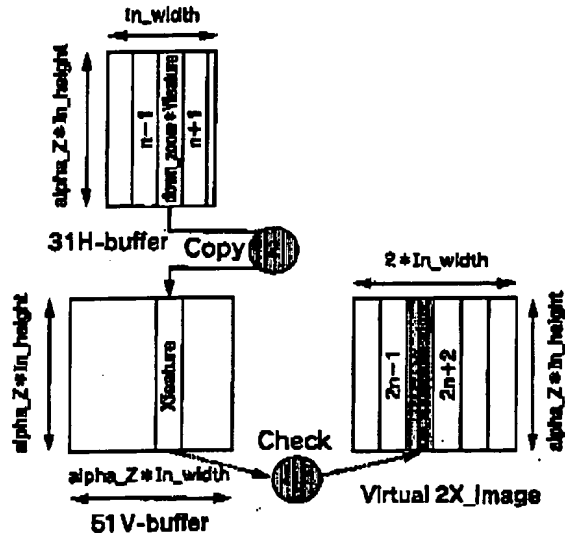


図 27

【図 29】

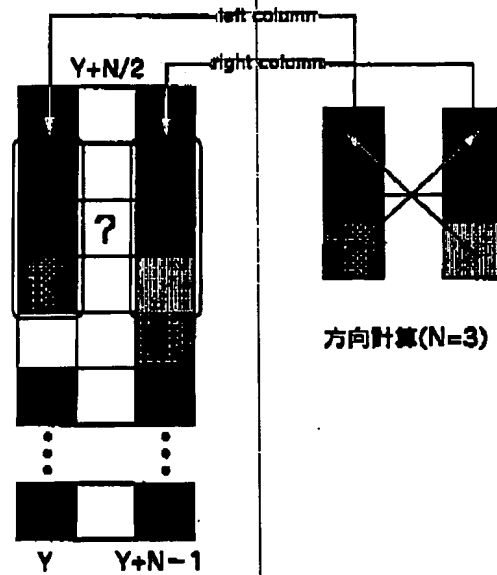


図 29

【図 30】

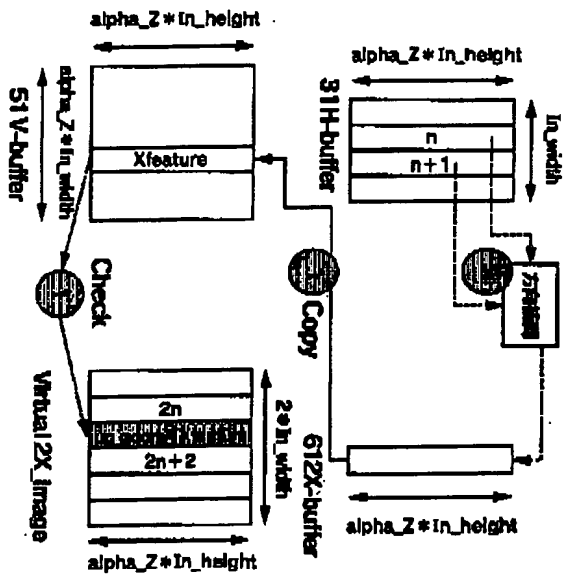


図 30

【図 32】

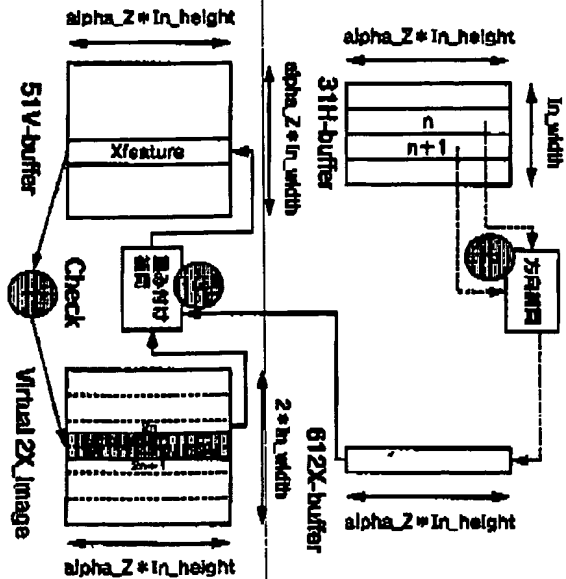


図 32

【図28】

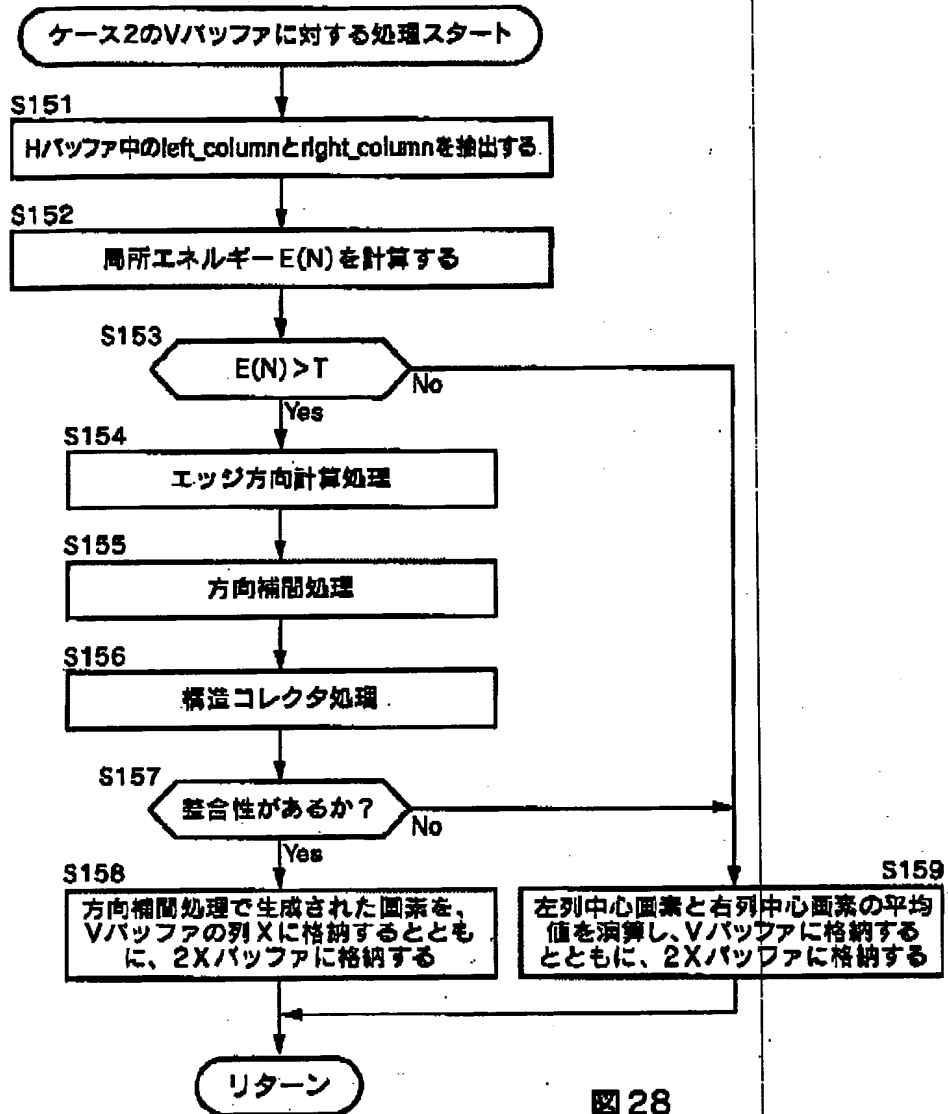


図28

【図31】

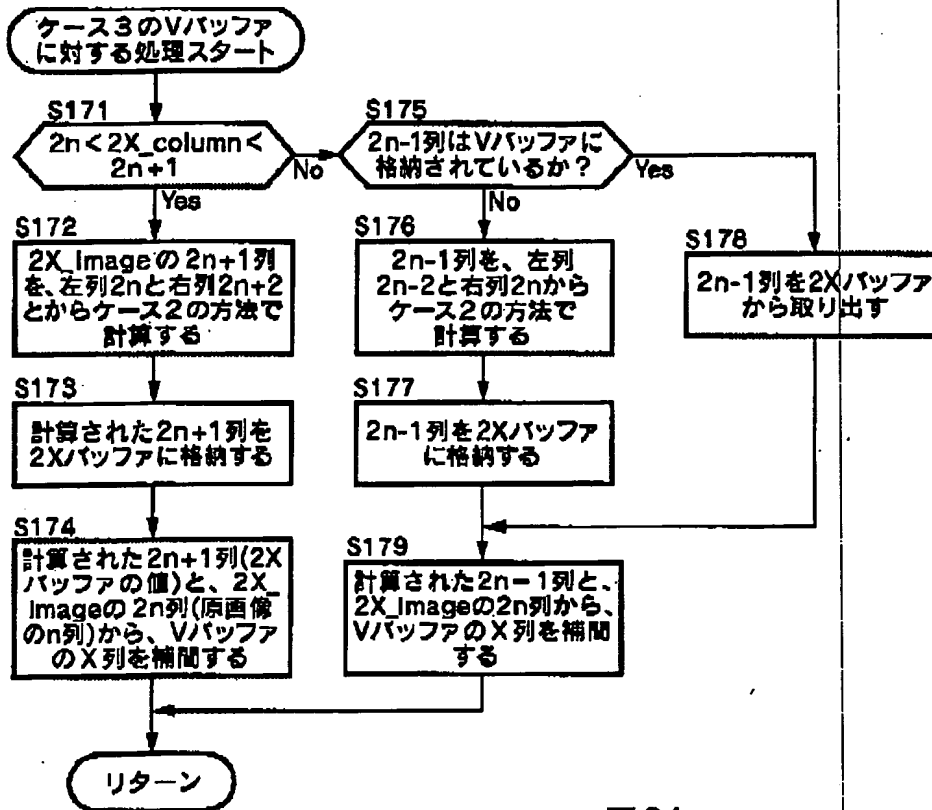


図31

【図39】

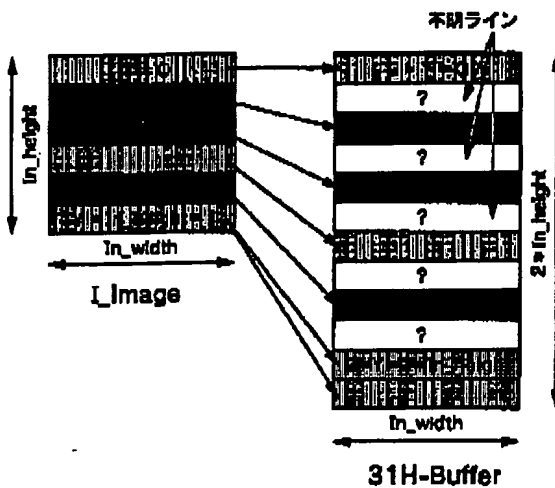


図39

【図41】

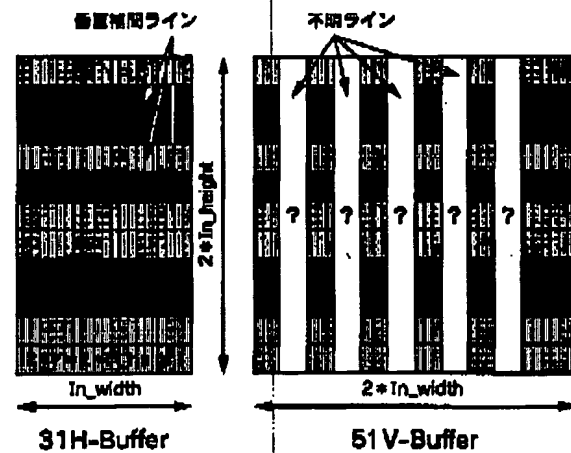


図41

【図33】

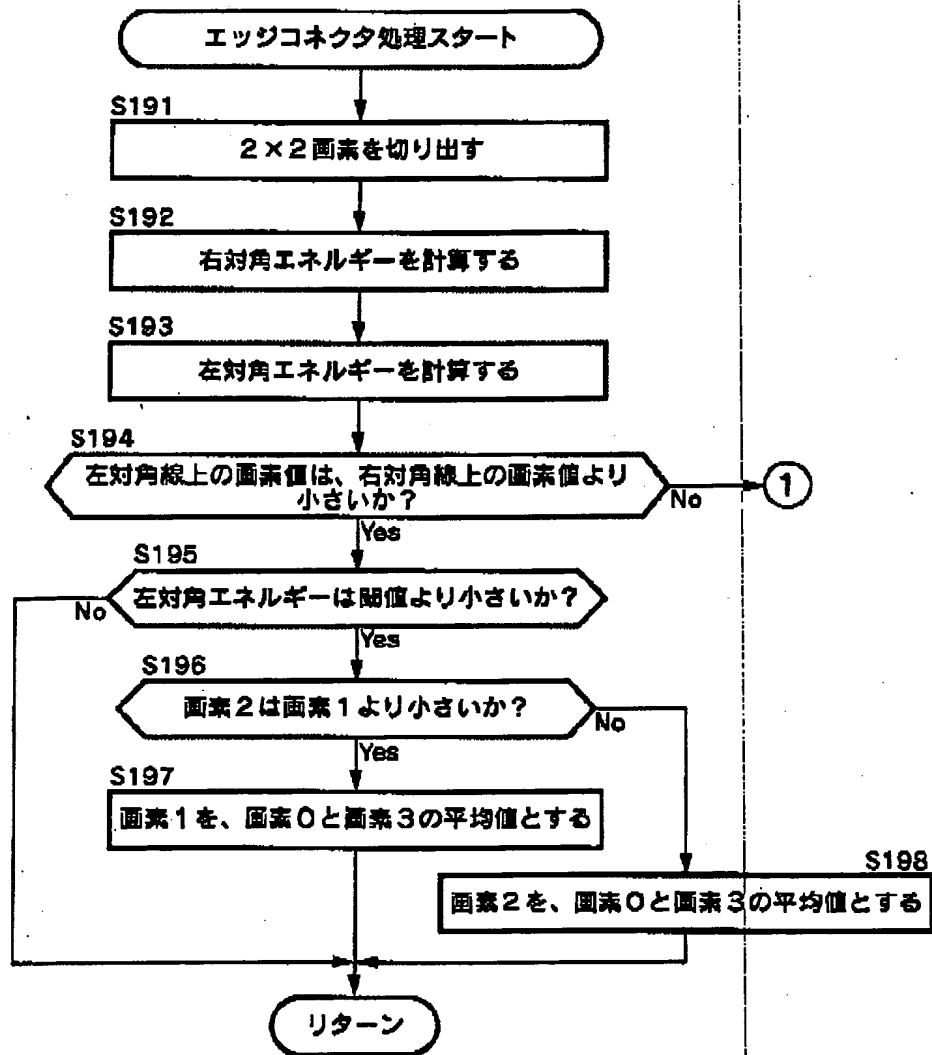


図33

【図34】

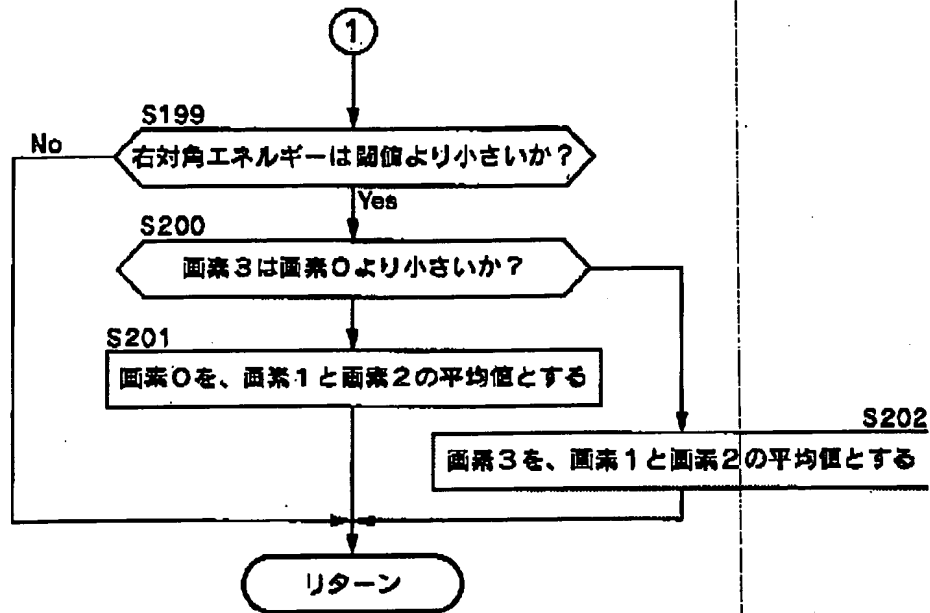
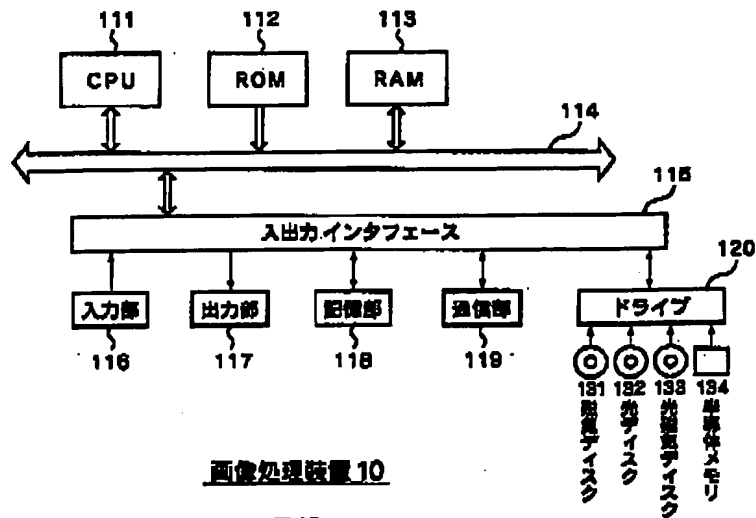


図34

【図42】



画像処理装置10

図42

【図37】

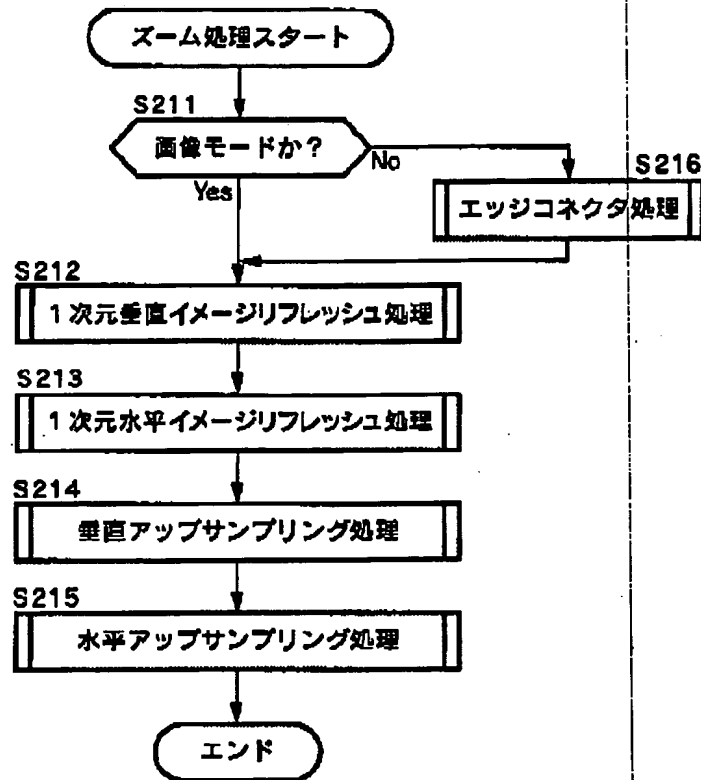


図37

【図38】

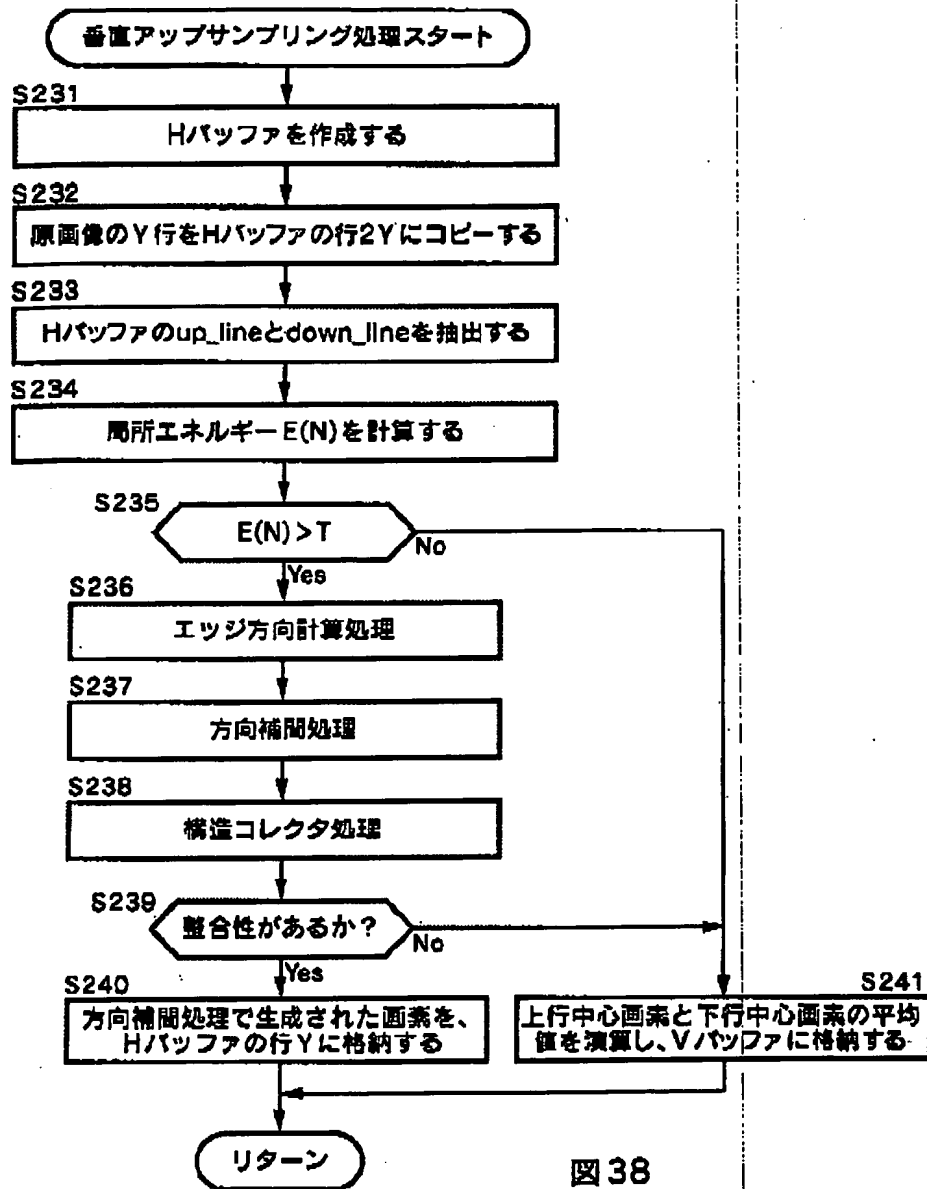


図38

【図40】

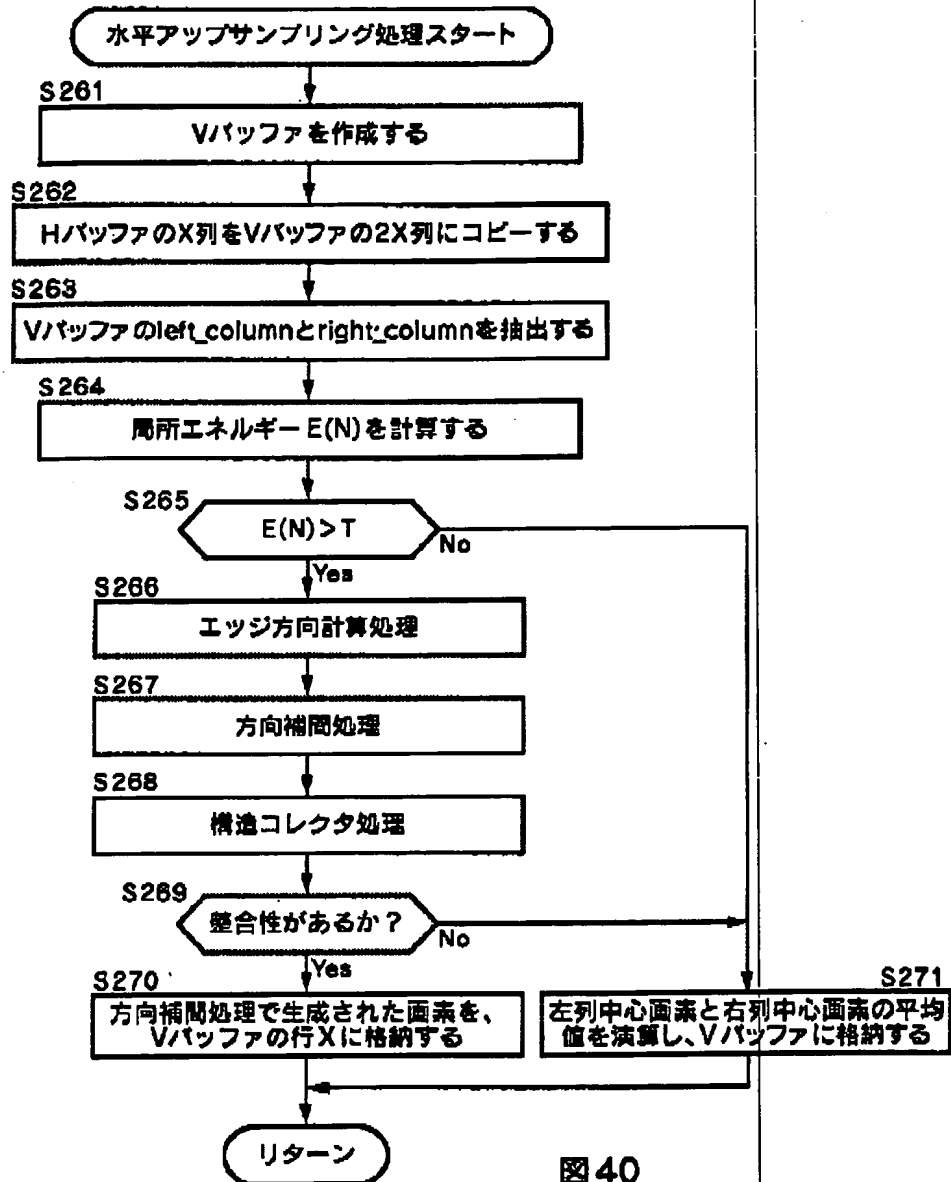


図40

フロントページの続き

Fターム(参考) 5B057 AA20 BA02 BA30 CA01 CA08
CA12 CA16 CB01 CB08 CB12
CB16 CD09 CE03 CH09
5C023 AA02 AA07 AA37 BA01 DA02
DA03 DA04 DA08 EA03 EA05
EA08 EA10 EA12
5C076 AA21 AA22 AA27 AA31 BA05
BA06 BB22 BB25 CB01
5C077 LL05 MP07 PP03 PP20 PP43
PP59 PQ08 PQ18 PQ20 RR11
RR18 RR19

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.